Anatomie et Physiologie Humaines.

Ouvrage à l'intention de tous ceux qui s'intéressent, cherchent, étudient, la médecine et ses applications thérapeutiques afin de venir en aide à leur prochain.

Mémorisez ce qu'il faut savoir pour réussir l'examen.

Révisez en un temps record.

Entrainez-vous avec les exercices.

Des astuces pour gagner du temps.

PP1 and WORLD ASSOCIATION of PLANETARIAN HEALTH.

Anatomie et Physiologie Humaines.

Des notions de cours, de nombreux schémas, des exercices : tout ce dont il est nécessaire pour apprendre connaître et maitriser rapidement l'essentiel de l'anatomie et de la physiologie humaine.

Sommaire.

Introduction au corps humain
La chimie de la cellule.
La cellule : structure et fonction.
Les tissus.
Le système tégumentaire.
Le squelette.
Le tissu musculaire et le mécanisme de la contraction.
Le tissu nerveux.
Le système nerveux central.
Le système nerveux périphérique.
Les organes sensoriels.
Le système endocrinien.
Le système cardiovasculaire : le sang.
Le système cardiovasculaire : le cœur.
Le système cardiovasculaire :
Le système lymphatique et l'immunité.
Le système respiratoire.
Les processus digestifs.
Le métabolisme et la régulation de la température corporelle.
Le système urinaire.
La balance hydrique et électrolytique.
Le système génital.

Anamnèse.

Guide pour la compréhension des termes médicaux .

Sommaire.

Chapitre 1. **Introduction au corps humain** **8**
L'être humain, organisme vivant.
Les niveaux d'organisation du corps humain.
L'homéostasie.
Position anatomique et terminologie.
Les régions et cavités du corps.
Exercices et corrigés.

Chapitre 2. **La chimie de la cellule.** **14**
Les atomes.
Les molécules et les liaisons chimiques.
Les solutions et leurs propriétés.
Les composés organiques et inorganiques.
Exercices et corrigés.

Chapitre 3. **La cellule : structure et fonction.** **21**
Les structures cellulaires.
Réplication, transcription , traduction et mutation.
Mitose et méiose.
La communication cellulaire.
Exercices et corrigés.

Chapitre 4. **Les tissus.** **27**
Le tissu épithélial.
Le tissu conjonctif.
Le tissu musculaire.
Le tissu nerveux.
Exercices et corrigés.

Chapitre 5. **Le système tégumentaire.** **33**
Les fonctions du système tégumentaire.
La structure de la peau.
Les annexes cutanées.
La physiologie de la peau.
Exercices et corrigés.

Chapitre 6. **Le squelette.** **39**
La structure et la fonction des os .
Le développement des os.
Les os du squelette axial.
Les os du squelette appendiculaire.
Les articulations.
Exercices et corrigés.

Chapitre 7. **Le tissu musculaire et le mécanisme de la contraction.**
La structure microscopique du muscle.
Les muscles du squelette axial.
Les muscles du squelette appendiculaire.
Exercices et corrigés.

Chapitre 9. **Le tissu nerveux.**
Le système nerveux.
Les neurones et la névroglie.
La physiologie de la conduction nerveuse.
La synapse et la transmission synaptique.
Exercices et corrigés.

Chapitre 10. **Le système nerveux central.**
L'encéphale.
Les méninges.
La barrière hémato-encéphalique.
Les neurotransmetteurs.
La moelle épinière.
Exercices et corrigés.

Chapitre 11. **Le système nerveux périphérique.**
Les nerfs crâniens.
Les nerfs rachidiens.
L'arc réflexe.
Le système nerveux autonome.
Exercices et corrigés.

Chapitre 12. **Les organes sensoriels.**
Le gout.
L'odorat.
La structure et la fonction de l'œil.
La structure et la fonction de l'oreille.
Exercices et corrigés.

Chapitre 13. **Le système endocrinien.**
Les hormones.
Les feedback positifs te négatifs.
Les glandes endocrines et leurs sécrétions.
Exercices et corrigés.

Chapitre 14 **Le système cardiovasculaire : le sang.**
Les fonctions du sang.
La composition du sang.
Le plasma sanguin.
Exercices et corrigés.

Chapitre 15. **Le système cardiovasculaire : le cœur.**
La structure du cœur.
La circulation du sang à travers le cœur.
La circulation fœtale.
La circulation coronarienne.
Le mécanisme de conduction et l'innervation du cœur.
Le cycle cardiaque.
L'électrocardiogramme.
Exercices et corrigés.

Chapitre 16. **Le système cardiovasculaire :**
Les vaisseaux sanguins.
Les vaisseaux, artères, capillaires et veines.
Les principales artères systémiques.
Les principales veines systémiques.
La pression sanguine.
La régulation du flux sanguin.
Exercices et corrigés.

Chapitre 17. **Le système lymphatique et l'immunité.**
Les structures lymphatiques.
Les défenses non spécifiques.
L'immunité à médiation humorale.
L'immunité à médiation cellulaire.
La réaction transfusionnelle.
Exercices et corrigés.

Chapitre 18. **Le système respiratoire.**
La respiration.
Les éléments du système respiratoire.
La mécanique respiratoire.
Les volumes respiratoires.
Le transport des gaz.
La régulation de la respiration.
Exercices et corrigés.

Chapitre 19. **Les processus digestifs.**
Le péritoine.
L'histologie du tractus gastro-intestinal (GI).
Les structures et les fonctions du tractus (GI).
Les organes annexes.
Exercices et corrigés.

Chapitre 20. **Le métabolisme et la régulation de la température corporelle.**
Le métabolisme.
Le métabolisme glucidique.
Le métabolisme lipidique.
Le métabolisme protéique.
La régulation hormonale du métabolisme.
La régulation de la température corporelle.
Exercices et corrigés.

Chapitre 21 **Le système urinaire.**
Les éléments du système urinaire.
Le néphron et ses fonctions.
La concentration de l'urine.
La balance acido-basique.
La miction.
Exercices et corrigés.

Chapitre 22. **La balance hydrique et électrolytique.**
La répartition de l'eau dans le corps.
Les concentrations en solutés.
L'équilibre hydrique.
Les électrolytes.
Exercices et corrigés.

Chapitre 23. **La formation des gamètes.**
Les organes génitaux primaires et secondaires.
Le système génital de l'homme.
Le système génital de la femme. Le
cycle hormonal de la femme.
La fécondation et la grossesse.
Exercices et corrigés.

Index.

Anatomie et Physiologie Humaines.

Des notions de cours, de nombreux schémas, des exercices : tout ce dont il est nécessaire pour apprendre connaître et maitriser rapidement l'essentiel de l'anatomie et de la physiologie humaine.

Sommaire.

Introduction au corps humain
La chimie de la cellule.
La cellule : structure et fonction.
Les tissus.
Le système tégumentaire.
Le squelette.
Le tissu musculaire et le mécanisme de la contraction.
Le tissu nerveux.
Le système nerveux central.
Le système nerveux périphérique.
Les organes sensoriels.
Le système endocrinien.
Le système cardiovasculaire : le sang.
Le système cardiovasculaire : le cœur.
Le système cardiovasculaire :
Le système lymphatique et l'immunité.
Le système respiratoire.
Les processus digestifs.
Le métabolisme et la régulation de la température corporelle.
Le système urinaire.
La balance hydrique et électrolytique.
La formation des gamètes.

Chapitre 1

Introduction au corps humain.

- **L'être humain, organisme vivant.**
- **Les niveaux d'organisation du corps humain.**
- **L'homéostasie.**
- **Position anatomique et terminologie.**
- **Les régions du corps et cavités.**
- **Exercices et corrigés.**

L'anatomie et la physiologie sont les disciplines complémentaires de la biologie, la science qui étudie les organes vivants. L'anatomie humaine étudie la structure du corps et les relations entre les structures du corps. La physiologie humaine s'intéresse au fonctionnement des différentes parties du corps. De manière générale, c'est la structure qui détermine la fonction.

L'être humain, organisme vivant.

Les êtres humains, **(homo sapiens)** sont des organismes vivants. Comme pour tous les organismes vivants, les besoins physiques de base des êtres humains sont **l'eau**, pour assurer l'ensemble des processus métabolismes ; **la nourriture,** pour fournir de l'énergie : les matériaux de base pour construire la matière vivante, et des composés chimiques nécessaires aux réactions vitales : **l'oxygène** pour produire de l'énergie à partir des nutriments : **la chaleur** pour favoriser les réactions chimiques ; et **la pression** pour permettre la respiration.

Les niveaux d'organisation du corps humain.

Les niveaux d'organisation du corps humain sont, du plus simple au plus complexe : chimique, cellulaire, tissulaire, organique, systémique et enfin le niveau de l'organisme. Chaque niveau représente l'association d'unités du niveau inférieur.

Les niveaux chimique et cellulaire sont les niveaux de base. Un tissu est un groupe de cellules semblables qui assurent la même fonction spécialisée.
L'organisme humain comporte quatre type de tissus .

- **SAVOIR**

Les différents types de tissus.

1. **Le tissu épithélial :** couvre le corps et la surface des organes, tapisse les cavités du corps et participe à la formation des glandes. Rôle de protection, d'absorption, d'excrétion, de sécrétion de diffusion et de filtration.
2. **Le tissu conjonctif :** relie, soutient et protège les différentes parties du corps, stocke l'énergie et les sels minéraux.
3. **Le tissu musculaire :** contractile, pour produire le mouvement.
4. **Le tissu nerveux** : produit et transmet les influx nerveux qui coordonnent les activités du corps.

Un **organe** est composé de plusieurs types de tissus qui assurent, de façon coordonnée, une fonction déterminée.

Un **système** est composé de 2 organes ou plus et de tissus, qui constituent une unité assurant la même fonction ou un ensemble de fonctions. Les systèmes du corps sont :

- Les système **musculaire** et **squelettique,** qui assurent le soutien du corps et la locomotion.
- Les systèmes **endocrinien,** et **neveux** qui ont des fonctions d'intégration et de coordination, pour assurer un fonctionnement cohérent du corps.
- Les système, **digestif, respiratoire, circulatoire, lymphatique** et **urinaire** qui assurent le transport et la transformation des substances du corps.
- Le système **digestif** assure la dégradation mécanique et chimique des aliments pour qu'ils puissent être utilisés par les cellules et élimine les déchets.
- Le système **respiratoire** assure l'oxygénation du sang, élimine la dioxyde d carbone, et participe à la régulation de la balance acido-basique.
- Le système **circulatoire** transporte les gaz respiratoires, les nutriments, les déchets et les hormones : il participe à la régulation de la température du corps et de l'équilibre acido-basique, et protège l'organisme des pertes d'eau et des maladies.
- Le système **lymphatique** transporte la lymphe en provenance des tissus jusqu'au courant sanguin, participe à la défense contre les infections et à l'absorption des graisses.
- Le système **urinaire** élimine les déchets transportés par le sang : régule la composition chimique, le volume, et la balance électrolytique du sang, et participe au maintien de l'équilibre acido-basique de l'organisme.
- Le système **tégumentaire** à un rôle de protection du corps , de régulation de la température corporelle , d'élimination des déchets , de réception des stimuli sensoriels.
- Le système **reproducteur** ou **génital** assure la production des hormones sexuelles et des gamètes, pour la reproduction.

L'homéostasie.

L'**homéostasie** est le processus par lequel une stabilité relative du milieu intérieur du corps est maintenue, de façon à ce que les fonctions métaboliques cellulaires se déroulent avec le maximum d'efficacité. L'homéostasie est assurée par les muscles et les glandes, dont le fonctionnement est régulé par les informations sensorielles provenant du milieu intérieur.

Position anatomique et terminologie.

Tous les termes permettant de décrire la position d'une partie du corps par rapport à une autre, sont définis par rapport à une **position anatomique** de référence. Dans cette position, le sujet est debout, les pieds sont parallèles et maintenus à plat sur le sol, le regard dirigé vers l'avant, et les bras sont tendus le long du corps, la paume des mains est tournée vers l'avant et les doigts pointent vers le sol.

Des termes anatomiques relatifs à l'orientation permettent de décrire la position des structures, des surfaces et des régions du corps selon la position anatomique. Les termes anatomiques les plus courants sont regroupés et définis dans le tableau 1.1.

En plus de ce terme notés dans le tableau 1 .2, trois plans de référence sont utilisés pour décrire l'orientation des structures du corps .
Le plan **sagittal médian** est le plan de symétrie qui divise le corps en ses parties droite et gauche.
Le plan **frontal** ou **coronal,** divise le corps en ses parties antérieure et postérieure, et le plan **transverse** (horizontale ou en coupe transversale) divise le corps en ses parties supérieure et inférieure.

Tableau1.1. Les termes anatomiques et d'orientation les plus courants.

Terme	Définition
Supérieur (crânien)	Vers la tête
Inférieur (caudal)	Vers le bas, à l'opposé de la tête.
Ventral (antérieur)	Vers l'avant (devant)
Dorsal (antérieur)	Vers le dos (derrière)
Médian ou médial	Vers ou sur le plan médian du corps
Latéral	Opposé au plan médian du corps
Interne (profond)	Eloigné de la surface du corps
Externe (superficiel)	Vers ou à la surface du corps
Proximal	Le plus près de l'origine d'une structure
Distal	Le plus éloigné de l'origine d'une structure
Viscéral	Réfère aux organes internes.
Pariétal	Réfère aux parois du corps

Les régions du corps et cavités.

Les principales régions du corps sont **: la tête, le cou, le tronc** (thorax et abdomen), les deux **membres supérieurs** et les deux **membres inférieurs.**

Les **cavités** du corps sont des espaces confinés dans lesquels les organes sont protégés, séparés et maintenus par des membranes. . La **cavité dorsale** ou **postérieure**, est composée de la **cavité crânienne** qui contient l'encéphale et de la **cavité vertébrale** qui contient la moelle épinière.

La **cavité ventrale**, ou **antérieure,** comprend les cavités **thoracique, abdominale** et **pelvienne**, qui contiennent les organes viscéraux. On regroupe les cavités abdominale et pelvienne sous le nom de cavité **abdomino-pelvienne,** parce qu'il n'y a pas de barrière physique entre elles Les organes viscéraux de la cavité thoracique sont le cœur et les poumons. La cavité thoracique est divisée en deux **cavités pleurales**, chacune entourant un poumon, et une **cavité péricardique** entourant le cœur. Le **médiastin** est la région située entre les deux poumons. Les viscères de la cavité abdominale sont l'estomac, le gros intestin, l'intestin grêles, la rate, le foie, la vésicule biliaire.

Les cavités du corps permettent la séparation fonctionnelle des organes et des systèmes, la plus grande partie du système nerveux occupe la cavité supérieure ; les principaux organes de des systèmes respiratoire et circulatoire se trouvent dans la cavité thoracique ; les principaux organes de la digestion sont situés dans la cavité abdominale, et les organes reproducteurs se trouvent dans la cavité pelvienne.

Les membranes du corps, composés de fines couches de tissus épithélial et de tissu conjonctif, permettent de recouvrit, protéger, lubrifier séparer ou maintenir les organes viscéraux et de tapisser les cavités du corps. Les deux principaux types de membranes sont les **membranes muqueuses** et **les membranes séreuses.**

Les membranes muqueuses secrètent une substance épaisse et visqueuse appelée mucus qui libère et protège les organes. Les membranes épithéliales qui tapissent la cavité nasale, la trachée et la cavité buccale sont des exemples de membranes muqueuses. Les membranes muqueuses tapissent les parois internes de nombreux organes.

Les membranes séreuses tapissent les cavités thoracique et abdomino-pelvienne et recouvrent les organes viscéraux (décrits ci-dessus). Elles sont constituées de fines couches de tissu épithélial qui lubrifient, maintiennent et compartimentent les organes viscéraux. Elles sécrètent un lubrifiant aqueux, la **séreuse.** Le **feuillet pariétal** et le **feuillet viscéral** de la plèvre sont des membranes séreuses de la cavité thoracique qui tapissent les parois thoraciques, le diaphragme et la surface externe des poumons. Les feuillets pariétal et viscéral du péricarde sont des membranes séreuses qui entourent le cœur. Le **péritoine pariétal** qui tapisse la paroi abdominale et le **péritoine viscéral** qui recouvre les viscères abdominaux, sont les membranes séreuses de la cavité abdomino-pelvienne. Le **mésentère** un double feuillet ou péritoine, maintient les viscères et permet leur ancrage souple à la paroi abdominale.

Rappelez vous !

Les niveaux d'organisation du corps humain.

- Les systèmes du corps et leurs fonctions.
- La définition de l'homéostasie.
- La position anatomique de référence.
- La signification des termes anatomiques.
- Les cavités du corps et les membranes qui les tapissent .

Exercices

Vrai ou faux ?

1. Un groupe de cellules qui coopèrent pour assurer une fonction déterminée est appelée un tissu ?
2. Le terme pariétal fait référence aux parois du corps, et le terme viscéral fait référence aux organes internes du corps.
3. Le pouce est en position latérale par rapport aux autres doigts de la main et en position distale par rapport à l'avant bras ?
4. Dans la position anatomique, le sujet se tient debout les pieds joints et les bras relâchés le long du corps, les pouces tournés vers l'avant ?
5. Le mésentère rattache fermement les organes viscéraux à la paroi interne du corps de façon à les protéger de mouvements excessifs.
6. L'augmentation de la température du corps pendant l'exercice est un exemple de mécanisme de feedback de l'homéostasie ?

Solutions

1. Vrai
2. Vrai
3. Vrai
4. Faux
5. Faux
6. Faux

Chapitre 2.

La chimie de la cellule.

- **Les atomes.**
- **Les molécules et les liaisons chimiques.**
- **Les solutions et leurs propriétés.**
- **Les composés organiques et inorganiques.**
- **Exercices et corrigés.**

Toute la matière vivante ou non, est constituée d'unités de base, les éléments chimiques . Le corps est constitué à 96% de carbone (C), d'azote (N), d'oxygène (O), et d'hydrogène (H). Le corps contient 3% de calcium (Ca), de phosphore (P), de potassium (K), et de soufre (S) .Le reste du corps est constitué de petites quantités de fer (Fe), de clore (Cl), d'Iode (I), de sodium (Na), de magnésium (Mg), de cuivre (Cu), de manganèse (Mn), de cobalt (Co), de zinc (Zn), de chrome (Cr), de fluor (F), de molybdène (Mo) de silicium (Si), et de sélénium (Se), que l'on appelle des oligo-éléments (éléments traces).

Les atomes.

Définition : L'atome est la plus petite unité de base d'un élément qui conserve les propriétés de cet élément. Chaque élément pur est composé d'un seul type d'atome.

Un atome est composé de trois sortes de particules élémentaires :

Les *protons* : de charge +1, de masse 1.
Les *neutrons* : de charge nulle, de masse 1.
Les *électrons* : de charge -1, de masse très petite.
Le noyau de l'atome contient des protons et des neutrons.

Le **nombre atomique** (Z) = nombre de protons dans le noyau.
La **masse atomique** = nombres de protons + nombre de neutrons.
(Soit 2 fois le nombre atomique).

Le nombre atomique est le même pour tous les atomes d'un même élément chimique.
Autour du noyau il y a exactement Z électrons, ce qui confère à l'atome une charge électrique globale nulle. Les électrons se trouvent en orbite autour du noyau, comme les planètes systèmes solaires sont en orbite autour du soleil. Les électrons se répartissent selon des niveaux énergétiques, les couches électroniques. Les quatre premières couches peuvent contenir 2, 8, et 18 électrons. Les électrons se positionnent un par un sur une couche donnée, les couches les plus internes devant être remplies complètement avant que la couche suivante ne commence à se remplir.

Les molécules et les liaisons chimiques.

Définition : une molécule est une combinaison de deux atomes ou plus qui sont reliés les uns les autres par une liaison chimique.

Les molécules constituent les unités élémentaires des composés chimiques comme les atomes sont les plus petites unités d'un élément chimique. L'eau est un composé chimique essentiel de la vie. Elle est constituée de molécules contenant chacune un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (H2O). Les nombres en indice dans la notation chimique, indiquent le nombre d'atomes de chaque élément dans une molécule du composé.

Une molécule résulte de la formation de liaisons, forces d'attraction, entre les atomes qui la constituent. Une liaison ionique se forme entre deux atomes dont l'un, qui a perdu des électrons, est chargé positivement, et l'autre qui gagne des électrons, est chargé négativement. Les atomes chargés sont des ions, et ceux qui portent des charges négatives sont fortement attirés par ceux qui portent des charges positives (figure 2 .1). Les liaisons covalentes se forment entre les atomes qui partagent les mêmes électrons (figure 2.2). Un atome d'hydrogène engagé dans une liaison covalente avec un atome électronégatif, l'atome d'oxygène par exemple, gagne une charge positive faible. Une liaison d'hydrogène est une interaction qui s'établit entre cet atome d'hydrogène (légèrement positif) engagé dans une liaison covalente, et un autre atome électronégatif, comme l'oxygène, engagé dans une autre liaison. Des réactions chimiques se produisent quand les molécules sont formées ou dégradées, ou que par arrangements atomiques se produisent.

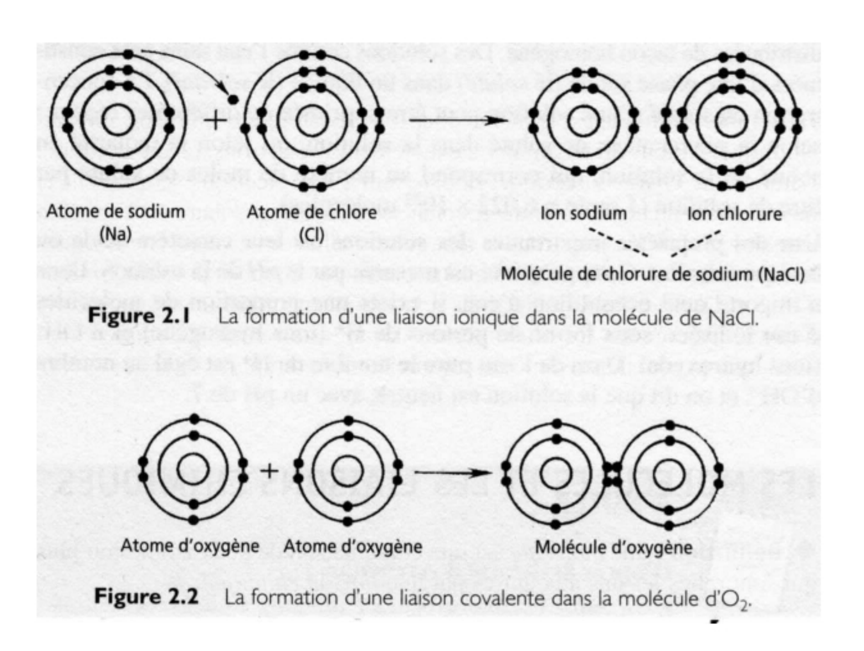


Figure 2.1 La formation d'une liaison ionique dans la molécule de NaCl.

Figure 2.2 La formation d'une liaison covalente dans la molécule d'O_2.

• **SAVOIR**

Les différents types de liaisons chimiques

1. Liaison ionique.
2. Liaison covalente.
3. Liaison hydrogène**.**

La plupart des propriétés uniques de l'eau, points de congélation et d'ébullition, tension de surface, cohésion et capillarité, sont dues à la présence de liaisons hydrogène entre les molécules d'eau.

Les solutions et leurs propriétés.

Lorsque deux substances ou plus s'associent sans former de liaisons entre elles, elles constituent un mélange. Les solutions sont des mélanges dans lesquels les molécules de toutes les substances qui les constituent y sont distribuées de façon homogène. Des solutions comme l'eau salée sont constituées d'une phase solide (le soluté) dans un liquide (le solvant).
La concentration en soluté d'une solution peut être exprimée de différentes façons ; selon le pourcentage de soluté dans la solution, ou selon la molarité en soluté de la solution, qui correspond au nombre de moles de soluté par litre de solution (1 mole =6,022 x 10^{23} molécules).

Une des propriétés importantes des solutions est leur caractère acide ou basique (alcalin). Cette propriété est mesurée par le pH de la solution. Dans n'importe que échantillon d'eau, il existe une proportion de molécules d'eau ionisées, sous forme de protons de H+ (ions hydrogène) et d'OH- (ions hydroxyde). Dans de l'eau pure de nombre de H+ est égal au nombre d'OH-, et on dit que la solution est neutre, avec un pH de 7.

• **noter**

D'après la théorie d'Arrhénius :

Un acide est une substance qui augmente la concentration en ions H+ d'une solution. Le pH d'un acide est inférieur à 7.
Une base est une substance qui augmente la concentration en ions OH- d'une solution. Le pH d'une base est supérieur à 7 et inférieur ou égal à 14.

Plus la valeur du pH est basse, plus l'acidité de la solution est élevée.
Plus la valeur du pH est élevée, plus l'alcalinité de la solution est élevée.

Définition : un sel est un composé ionique produit par la réaction entre un acide et une base. Lorsqu'un acide perd un proton (H+) et qu'une base perd un hydroxyde (OH-), les ions qui sont produits , réagissent parfois pour former un sel.

HCl	+	$NaOH$	$\rightarrow$	H_2O	+	$NaCl$
acide		base		eau		sel

Définition : un tampon est réalisé par la combinaison d'un acide faible et de sa base conjuguée (ajoutée sous forme de sel), ce qui permet de maintenir constant le pH de la solution.

Lorsqu'une solution contient un tampon, l'addition d'un acide fort ou d'une base forte n'entraine pas de variation importante de son pH. Lorsqu'un acide est ajouté à la solution tamponnée, il est neutralisé par la base conjuguée. Lorsqu'une base est ajoutée à la solution tamponnée, l'acide faible lui même neutralise la base. Les trois systèmes tampons les plus importants de l'organisme sont : le tampon bicarbonate/acide carbonique dans le sang et les liquides extracellulaires, le tampon phosphate disodique / phosphate monosodique dans les reins et les liquides intracellulaires et le tampon protéinate / protéines que l'on trouve dans les tissus.

Important :

Faire la différence entre :
Acide.
Base.
Sel.
Tampon.

Les composés organiques et inorganiques.

Les composés organiques ne contiennent pas de Carbone (sauf CO et CO_2) et sont en général de petites molécules. Les composés organiques contiennent toujours du carbone et sont formés par liaison covalente. Les composés organiques sont en général des molécules complexes et de grande taille. Les composés organiques et inorganiques jouent tous les deux un rôle important dans les réactions chimiques des êtres vivants.

Dans les organismes vivants on trouve les composés inorganiques suivants : l'eau, le dioxyde de carbone, des sels, des acides, des bases et des électrolytes, comme le sodium (Na), le potassium (K^+), le calcium (Ca^{2+}), et le clore (Cl^-). Ces électrolytes ont un rôle important dans la transmission de l'influx nerveux, le maintien des caractéristiques des fluides du corps et pour l'accomplissement des activités hormonales et enzymatiques.

Les quatre familles de composés organiques.

Glucides	Composés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Classés en monosaccharides, disaccharides et polysaccarides
Lipides	Composés d'acides gras et de Glycérol.
Protéines	Composés d'acides aminés. La propriété d'une protéine est déterminée par les propriétés des acides aminés qui la constituent.
Acides nucléiques	Composés de nucléotides contenant du phosphate, un ose et une base azotée.

Les acides nucléiques comme l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN) sont formés de nucléotides. Un nucléotide est formé de trois éléments : un groupement phosphatase, un pentose, et une base azotée. Le pentose qui participe à la composition de l'ADN est toujours le désoxyribose et celui que l'on trouve dans l'ARN est le ribose. Le groupement phosphate est toujours le même d'un nucléotide à un autre mais dans l'ADN la base peut être soit l'Adénine (A), la Thymine (T), la Guanine (G) ou la Cytosine (C). Dans

l'ARN, l'Uracile (U) remplace la thymine. L'ADN et l'ARN sont des macromolécules formées d'un enchainement de nucléotides.

Exercices

Un atome neutre contient :
(a) le même nombre d'électrons que de protons ?
(b) plus de protons que d'électrons ?
(c) le même nombre d'électrons que de neutrons ?
(d) plus d'électrons que de protons ?

Les liaisons qui résultent du transfert d'électrons d'un atome à un autre sont
(a) des liaisons ioniques ?
(b) des liaisons covalentes ?
(c) des liaisons peptidiques ?
(d) des liaisons polaires ?
(e) toutes les liaisons citées ?

Parmi les bases azotées suivantes, quelle est celle que l'on trouve exclusivement dans l'ARN ?
(a) la thymine ?
(b) la guanine ?
(c) l'adénine ?
(d) l'uracile ?

Parmi les propositions suivantes, laquelle est fausse ?

(a) les acides augmentent la concentration en ions hydrogène d'une solution ?
(b) les acides sont des donneurs en protons ?
(c) les acides fournissent une concentration en ions hydroxyde (HO^-) plus importantes qu'en ions hydrogène?
(d) les acides ont un pH bas ?

Solutions

1. = a
2. = a
3. = d
4. = c

Chapitre 3

La cellule : structure et fonction.

- **Les structures cellulaires.**
- **Réplication, transcription et traduction.**
- **Mitose et méiose.**
- **La communication cellulaire.**
- **Exercices et corrigés.**

.

Les cellules procaryotes ne possèdent pas de noyau mais un filament unique d'acide nucléique qui n'est pas entouré par une membrane. Ces cellules contiennent peu d'organites. Une paroi cellulaire rigide ou semi rigide entoure la membrane cellulaire (plasmatique) et donne sa forme à la cellule. Les bactéries sont des organismes procaryotes unicellulaires.

Les cellules eucaryotes possèdent un noyau contenant plusieurs chromosomes. Elles présentent également plusieurs sortes d'organites spécialisés. Comme les cellules procaryotes, les cellules eucaryotes sont délimitées par une membrane cellulaire (plasmique). Toutes les cellules humaines étant des cellules eucaryotes, ce chapitre traitera essentiellement de ce type de cellules et de leurs fonctions. Les protozoaires, les champignons, les algues, les végétaux, les animaux vertébrés et invertébrés, sont des organismes eucaryotes.

Les structures cellulaires

Toutes les cellules possèdent les structures suivantes :

- **La membrane cellulaire (plasmique).** Les cellules procaryotes er eucaryotes sont délimitées par la membrane plasmique. La perméabilité de la membrane plasmique est sélective, c'est-à-dire que certains composés peuvent traverser et d'autres pas. L'eau, l'alcool et les gaz peuvent franchir facilement cette membrane, alors que les ions, les grosses protéines et les glucides ne le peuvent pas. Le passage de substances à travers la membrane plasmique met en jeu les mécanismes suivants :

Diffusion	Mouvement spontané de substances d'une région ou leur concentration est élevée vers une région où leur concentration est plus faible.
Osmose	Diffusion simple de l'eau à travers une membrane semi perméable.
Transport facilité	Réalisé par des protéines membranaires spécialisées permettant le passage de molécules spécifiques.
Endocytose **-Phagocytose** **-Pinocytose**	Processus permettant l'entrée du matériel dans la cellule. La membrane 'englobe' une substance ou un corps étranger. La membrane 'englobe' de petites gouttelettes d'eau.
Exocytose	Excrétion de substances hors de la cellule, par des vésicules.

- **Le cytoplasme.** Le cytoplasme est la matrice fluide à l'intérieur de la cellule. Il est constitué essentiellement d'eau et de substances dissoutes comme l'O_2, le CO_2, les déchets cellulaires (l'urée) , le glucose et l'ATP.

- **Les ribosomes.** Les ribosomes sont les sites de production des protéines de la cellule. Ils sont le support de la traduction, c'est-à-dire de la synthèse des protéines selon le code de l'ARNm produit à partir de l'ADN dans le noyau.

- **La paroi cellulaire** (que l'on trouve chez certaines cellules procaryotes et eucaryotes).Parmi les cellules eucaryotes, seules les cellules végétales possèdent une paroi cellulaire qui leur confère leur forme. Il existe également des bactéries qui possèdent une paroi cellulaire.

- **Les chromosomes.** Les chromosomes contiennent l'ADN de la cellule. Ils sont localisés dans le noyau des cellules eucaryotes. Chaque espèce possède un nombre distinct de chromosomes.

- **Un organite** est une structure subcellulaire spécialisée dans une fonction particulière. Les cellules eucaryotes comprennent les organites suivants :

Organite.	Structure et fonction.
Noyau.	Contient des chromosomes et le nucléole. Stocke le matériel génétique et contrôle toutes les activités cellulaires.
Nucléole.	Masse d'ARN localisée dans le noyau. Centre d'assemblage de l'ARN pour élaborer les ribosomes ou d'autres structures.
Ribosomes.	Particules granuleuses d'ARN et de protéines, impliquées dans la synthèse des protéines.
Réticulum endoplasmique. Rugueux (RER). Lisse (REL).	Réseau membranaire en relation avec la membrane plasmique et la membrane nucléaire. Des ribosomes sont attachés au RER. Rôle dans la synthèse des protéines utilisées en dehors de a cellule. Pas de ribosomes. Rôle dans la synthèse des stéroïdes, le transport intercellulaire et la détoxification.
Appareil de Golgi.	Systèmes de saccules aplatis et de vésicules. 'Emballage' des protéines produites par le RER.
Mitochondries.	Organites ovoïdes dont les repliements, appelés crêtes, participent à la production d'ATP par phosphorylation oxydative via le cycle de Krebs.
Lysosomes.	Vésicules contenant les enzymes de dégradation des structures cellulaires vieillissantes ou de particules ingérées
Vésicules de sécrétion	Vésicules membranaires de stockage des protéines de sécrétion
Microtubules. Microfilaments.	Longues fibres protéiques impliquées dans la forme et le mouvement.
Centrioles.	Deux courts cylindres composés de microtubules, à proximité du noyau en division. Impliqués dans le mouvement des chromosomes de la division cellulaire.

Réplication, transcription, traduction et mutation.

- **La réplication** est le processus par lequel une copie d'ADN identique à l'original est formée avant la division cellulaire.
- **La transcription** est la production d'ARN à partir d'une matrice de l'ADN.
- L'ARN m quitte ensuite le noyau et s'associe aux ribosomes dans le cytoplasme pour synthétiser une protéine lors d'un processus appelé **la traduction**.
- **Une mutation** est une erreur de réplication qui n'est pas réparée. Certaines mutations surviennent spontanément, alors que de nombreuses autres sont induites par différents agents dits mutagènes. Il existe des mutations qui ne sont ni visibles, ni graves. Certaines peuvent être dangereuses ou létales, d'autres encore peuvent être un

bénéfice pour l'organisme. Les mutations jouent un rôle important dans la diversification du patrimoine génétique.

Mitose et méiose.

La mitose est le processus normal de la division cellulaire (figure 3,1).
Elle se produit lorsque l'organisme a besoin de plus de cellules pour sa croissance, pour des réparations ou pour le remplacement de cellules.
La mitose produit deux cellules filles identiques qui ont le même contenu chromosomique que la cellule mère.

Important

Vous devez faire la différence entre :

- **Mitose :** division cellulaire même nombre de chromosomes.
- **Méiose :** division cellulaire qui aboutit à une cellule fille dont le contenu chromosomique est réduit de moitié par rapport à celui de la cellule mère. Impliquée uniquement dans la production de gamètes.

La méiose est le processus de formation des gamètes (cellules sexuelles). Elle ressemble à la mitose par bien des points, mais aboutit à la formation de 4 cellules filles contenant chacune la moitié du contenu chromosomique de la cellule mère (Figure3, 1). Dans l'espèce humaine, les cellules somatiques (du corps) ont toutes 46 chromosomes, soit 23 paires de chromosomes (diploïdie). A l'issue de la méiose, les gamètes possèdent 2 chromosomes (haploïdie), soit 2 fois moins de chromosomes.

La cellule : structure et fonction.

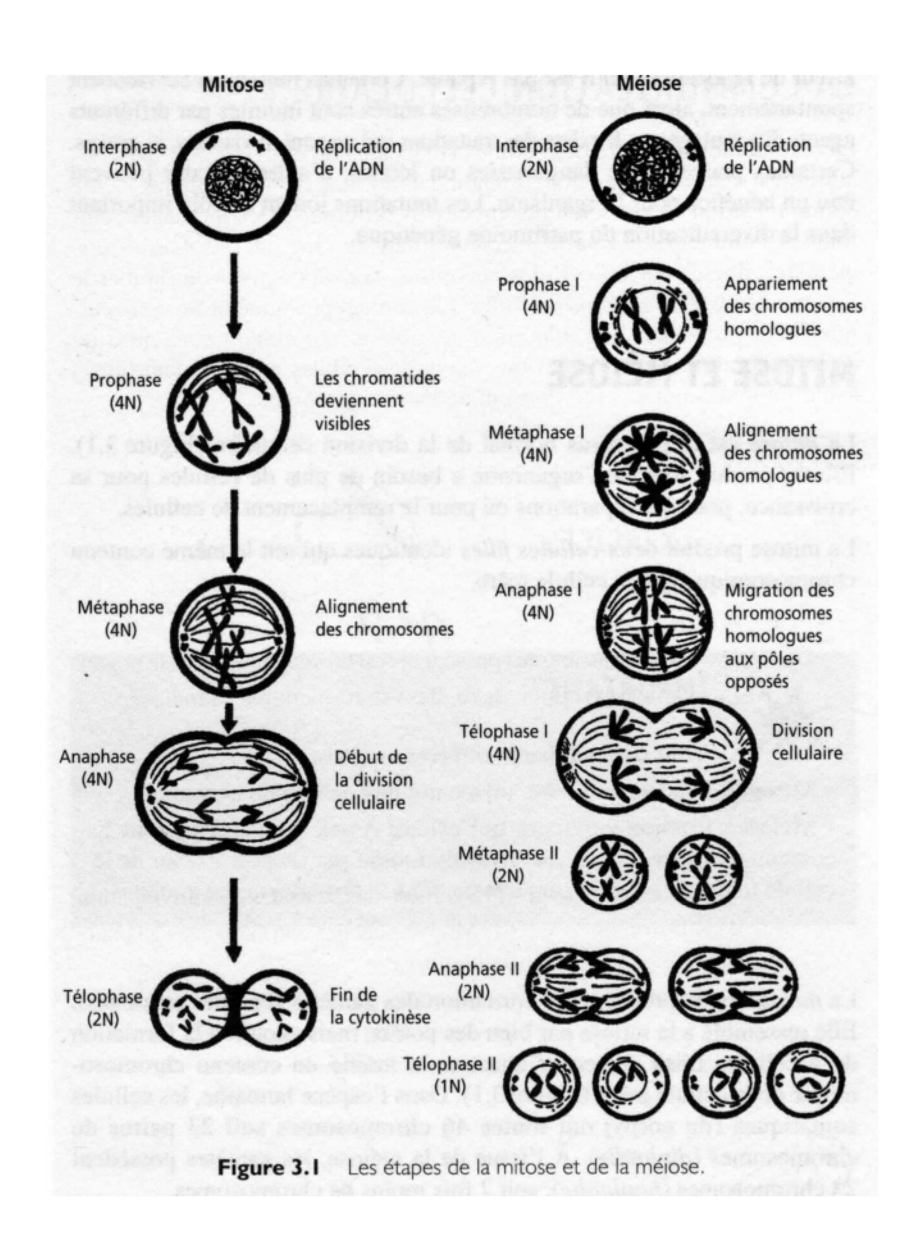


Figure 3.1 Les étapes de la mitose et de la méiose.

La communication cellulaire.

La communication entre les cellules adjacentes ou éloignées les unes des autres est nécessaire au fonctionnement normal de l'organisme. Cette communication se fait selon des processus différents. Des messages chimiques, comme les hormones, secrétées dans le sang, ou des neurotransmetteurs, libérés par les cellules nerveuses, peuvent activer ou inhiber le fonctionnement de certaines cellules. Un contact physique entre deux cellules peut provoquer une inhibition de contact qui aboutit souvent à un arrêt de la mitose. Dans le cas du cancer, les cellules ne répondent plus à l'inhibition de contact et se divisent de façon anarchique.

Exercices .

1. Vrai ou faux ?
    a) Les cellules eucaryotes possèdent peu d'organites et pas de noyau.
    b) Les gamètes (cellules sexuelles) se forment par la méiose.

2. Associer correctement/

(1) Lysosome	(a) Centre de contrôle de la cellule.
(2) Centriole	(b) Vésicules contenant des enzymes hydrolytiques.
(3) Appareil de Golgi	(c) Synthèse des stéroïdes et détoxification.
(4) Ribosomes	(d) Mouvement des chromosomes au cours de la mitose.
(5) Noyau	(e) Formation de vésicules sécrétoires et des lysosomes.
(6) RE lisse	(f) Synthèse des protéines.

Solutions.

1. a) Faux ; b) vrai.

2. (1) b ; (2) d ; (3) e ; (4) f ; (5) a ; (6) c.

Chapitre 4

Les tissus.

- **Le tissu épithélial.**
- **Le tissu conjonctif.**
- **Le tissu musculaire.**
- **Le tissu nerveux.**
- **Exercices et corrigés.**

Un tissu est un groupe de cellules semblables qui remplissent, ensemble, une fonction spécialisée. Le corps est composé de plus de 25 types de tissus, classés en tissu épithélial, tissu conjonctif, tissu musculaire et tissu nerveux.

Le tissu épithélial.

Le tissu épithélial recouvre le corps et la surface des organes, tapisse les cavités du corps et les lumières (lumen), et participe à la formation de certaines glandes. Il a un rôle de protection, d'absorption, d'excrétion et de sécrétion. La face externe de l'épithélium est exposée à la surface du corps, de la lumière des vaisseaux ou d'une cavité interne du corps. La face interne profonde s'étend sur une membrane basale. Le tissu épithélial est avasculaire (absence de vaisseaux sanguins) et forme un ensemble compact de cellules.

Les épithéliums sont classés en fonction :

1. Du nombre de couche de cellules : l'épithélium simple est formé d'une couche de cellules, l'épithélium stratifié comprend plusieurs couches de cellules : et

2. De la forme des cellules : pavimenteuses (aplaties), cubiques ou cylindriques. L'épithélium pavimenteux stratifié de la couche épidermique de la peau contient une protéine, la kératine, qui le rend imperméable à l'eau. L'épithélium de transition ressemble à un épithélium pavimenteux stratifié sans kératine, et les cellules qui le constituent sont larges et rondes plutôt qu'aplaties, et peuvent contenir deux noyaux. L'épithélium de transition permet la distension des uretères et de la vessie.

Au cours du développement, des cellules épithéliales particulières envahissent le tissu conjonctif sous-jacent et constituent des formations sécrétoires spécialisées qu'on appelle des glandes. Les glandes exocrines s'ouvrent à la surface par un canal. Il existe trois sortes de glandes exocrines : mérocrines, apocrines, et halocrines. Les glandes endocrines ne possèdent pas de canal excréteur et secrètent leurs produits (les hormones) directement dans la circulation sanguine.

Tableaux 4.1 la classification des tissus épithéliaux.

Type.	Structures et fonction.	Localisation.
Epithélium pavimenteux simple	Couche unique de cellules aplaties : diffusion et filtration.	Forme la paroi des capillaires ; tapisse les alvéoles pulmonaires. Tapisse les cavités internes du corps.
Epithélium cubique simple.	Couche unique des cellules cubiques ; excrétion, sécrétion ou absorption.	Recouvre les ovaires ; tapisse les tubules rénaux, les canaux salivaires, les canaux pancréatiques.
Epithélium cylindrique simple.	Couche unique de cellules cylindriques non ciliées ; protection, sécrétion et absorption.	Tapisse le tractus digestif, la vésicule biliaire, et les conduits excréteurs de certaines glandes.
Epithélium cylindrique simple cilié.	Couche unique des cellules cylindriques ciliées ; rôle de transport par le mouvement des cils.	Tapisse les trompes utérines (trompe de Fallope) et certaines régions du tractus respiratoire.
Epithélium cylindrique pseudo-stratifié simple cilié.	Couche unique de cellules ciliées de forme irrégulière ; protection, sécrétion, mouvements des cils.	Tapisse les voies respiratoires et les conduits auditifs.
Epithélium pavimenteux stratifié kératinisé.	Plusieurs couches de cellules, contient de la kératine, couches externes constituées de cellules mortes aplaties : protection.	Epiderme de la peau.
Epithélium pavimenteux stratifié (non kératinisé).	Plusieurs couches de cellules, pas de kératine, couches externes hydratées et vivantes ; protection et flexibilité.	Tapisse les cavités, orale, nasale, l'œsophage, le vagin et le canal anal.
Epithélium	En général deux couches de cellules	Les plus gros canaux des glandes

cubique stratifié.	cubiques ; renforce les parois luminales.	sudoripares, glandes orales (salivaires) et pancréas.
Epithélium de transition.	Nombreuses couches de cellules arrondies non kératinisées ; distension.	Tapisse la vessie, une partie des uretères et l'urètre.

Le tissu conjonctif

Un des composés les plus importants du tissu conjonctif est la matrice constituée de matériel organique sécrété, de composition variable, qui assure la cohésion de cellule isolée d'un tissu. Le tissu conjonctif maintient et relie d'autres tissus, stocke les nutriments, et/ou fabrique des matériaux de protection ou de régularisation.

Tableaux 4.2 la classification des tissus conjonctifs.

Type.	**Cellules et matrices.**	**Fonction.**	**Localisation.**
Lâche (aréolaire)	Fibroblastes, mastocytes ; fibre de collagène, élastine	Soutien ; protection, rôle nourricier ; retient les liquides.	En profondeur sous la peau ; autour des muscles, des vaisseaux, des organes.
Dense orienté.	Fibroblastes, empaquetage dense de fibres de collagène.	Force, flexibilité.	Tendon, ligament.
Elastique.	Fibroblastes, fibres d'élastine	Flexibilité, distension	Artère, larynx, trachée, bronches
Réticulée.	Phagocytes ; fibres réticulées dans une matrice gélatineuse.	Rôle dans la phagocytose.	Foie, rate, organes lymphoïdes, moelle osseuse.
Adipeux.	Adipocytes ; très peu de matrice.	Stockage des lipides .	Hypoderme, autour des organes.
-Cartilagineux hyalin -Fibrocartilage -Cartilagineux élastique.	Chondrocytes Fibres de collagène ; Elastine dans le cartilage élastique.	Soutient et renforce ; flexibilité.	Articulations, trachée, nez, oreille externe, larynx.
Osseux : - os spongieux -os compact.	Ostéocytes : fibres de collagène, carbonate de calcium.	Soutien solide.	Os.
Sang.	Erythrocytes : leucocytes, thrombocytes (plaquettes) ; plasma.	Transport des nutriments et des déchets.	Système circulatoire

Le tissu musculaire.

Par ses propriétés contractiles, le tissu musculaire permet le déplacement de matériel à travers le corps, le mouvement d'une partie du corps par rapport à une autre, et la locomotion. Les cellules musculaires, appelées également fibres musculaires, sont allongées dans le sens de la contraction, et le mouvement est accompli par le raccourcissement des fibres en réponse à un stimulus. En plus des propriétés contractiles, toutes les fibres musculaires sont extensibles, élastiques et excitables en réponse à des stimuli nerveux. Il existe trois sortes de tissus musculaires dans le corps : lisse, cardiaque, et squelettique.

La chaleur est un produit terminal du métabolisme des cellules musculaires. Les muscles représentent environ la moitié du poids du corps, et même au repos les fibres musculaires sont en activité permanente (tonus musculaire). Les muscles sont donc la source principale de chaleur de l'organisme. Le maintient d'une température corporelle élevée est une plus value apportée par l'homéostasie parce qu'elle fournit des conditions optimales pour le métabolisme.

Type.	**Structures et fonction.**	**Localisation.**
Muscle lisse.	Fibres allongées, effilées contenant un seul noyau ; non striées ; contraction involontaire.	Paroi des organes creux.
Muscle cardiaque.	Fibres striées, ramifiées, avec un noyau unique et des disques intercalaires ; contraction rythmique involontaire.	Paroi du cœur.
Muscle squelettique.	Fibres cylindriques, striées, multi nucléées ; contraction volontaire.	Relié aux articulations du squelette par les tendons.

Le tissu nerveux.

Le tissu nerveux est formé essentiellement de deux types de cellules : les neurones et les cellules de névroglie. Les neurones ou les cellules nerveuses, sont des cellules hautement spécialisées dans la conduction d'influx appelés potentiels d'action. La névroglie à un rôle de soutien des neurones et favorise leur fonctionnement. Les cellules de la névroglie sont environ cinq fois plus abondantes que les neurones et ont la capacité de se diviser durant toute leur vie. Les neurones ont des ramifications, les dendrites, qui s'étendent à partir de la surface du corps cellulaire et qui constituent une surface importante pour recevoir des stimuli et conduisent les influx nerveux jusqu'au corps cellulaire. L'axone est un prolongement du neurone qui conduit les influx nerveux à partir du corps cellulaire jusqu'à un autre neurone ou à un organe. Il existe six sortes différentes de cellules de la névroglie. Quatre d'entres elles se trouvent dans le système nerveux central (SNC) ; les astrocytes, les cellules épendymaires, les oligodendrocytes, et les cellules de la microglie. Les deux autres sont des glyocytes ganglionnaires (cellules satellites) et les cellules de Schwann situées au niveau du système nerveux périphérique (SNP). Les cellules de Schwann entourent l'axone d'une substance protéo-lipidique, la myéline. La gaine de myéline favorise la conduction de l'influx nerveux et contribue à la régénération des fibres abimées.

Rappelez-vous !

Les quatre tissus principaux du corps humain sont :

- Le tissu épithélial.
- Le tissu conjonctif.
- Le tissu musculaire.
- Le tissu nerveux.

Chaque tissu principal est divisé en types tissulaires distincts.
Pour chaque type vous devez connaitre :

- La structure du tissu.
- La fonction du tissu.
- La localisation du tissu.

Exercices.

1. Un épithélium constitué de deux couches ou plus est un…
2. Les contractions rythmiques des couches de muscles … de la paroi intestinale provoquent le déplacement involontaire de la nourriture.
3. … est la matrice du tissu sanguin.
4. Les … du neurone reçoivent le stimulus et propagent l'influx nerveux jusqu'au corps cellulaire.
5. Le tissu musculaire … est composé de fibres cylindriques, striées, multinucléées, organisées en faisceaux.
6. Les cellules de Schwann forment une gaine protéo-lipidique, la … , autour du corps de l'axone.

Solutions

1. Epithélium stratifié ;
2. Lisses ;
3. Le plasma ;
4. Dendrites ;
5. Squelettique ;
6. Myéline ;

Chapitre 5

Le système tégumentaire.

- **Les fonctions du système tégumentaire.**
- **La structure de la peau.**
- **Les annexes cutanées.**
- **La physiologie de la peau.**
- **Exercices corrigés.**

Le système tégumentaire comprend la peau ou tégument, e des structures annexes (poils, glandes, ongles). Ce système représente environ 7% du poids du corps et constitue une interface dynamique entre le corps et le milieu extérieur.

Les fonctions du système tégumentaire.

Le système tégumentaire remplit des fonctions de protection physique, de régularisation hydrique, de régularisation de la température corporelle, d'absorption, de synthèse, de récepteur sensoriel et de communication. La peau est une barrière physique à la plupart des microorganismes, à l'eau, et à une grande partie des rayons UV. L'acidité (pH 4,0 à 6,8) de la surface de la peau empêche le développement de la plupart des pathogènes. La peau protège le corps de la déshydratation dans les environnements secs et empêche l'absorption de l'eau lorsque le corps est immergé dans l'eau.

Les effets antagonistes du frisson et de la sudation, ainsi que la vasoconstriction et la vasodilatation des vaisseaux de la peau, permettent le maintint d'une température corporelle normale de 37 degré C. La peau absorbe de petites quantités de rayonnements UV nécessaires à la synthèse de la vitamine D. Il est important de noter que certaines toxines et certains pesticides peuvent franchir la barrière cutanée et pénétrer dans l'organisme. La peau synthétise la mélanine

(un pigment protecteur) et la kératine (une protéine qui a un rôle de protection). La peau comporte de nombreux récepteurs sensoriels, particulièrement au niveau de certaines parties du visage, au niveau de la paume et des doigts des mains, de la plante des pieds, et des parties génitales. Le système tégumentaire fonctionne en coordination avec d'autres systèmes comme le système circulatoire, le système immunitaire, et le système nerveux.

La structure de la peau.

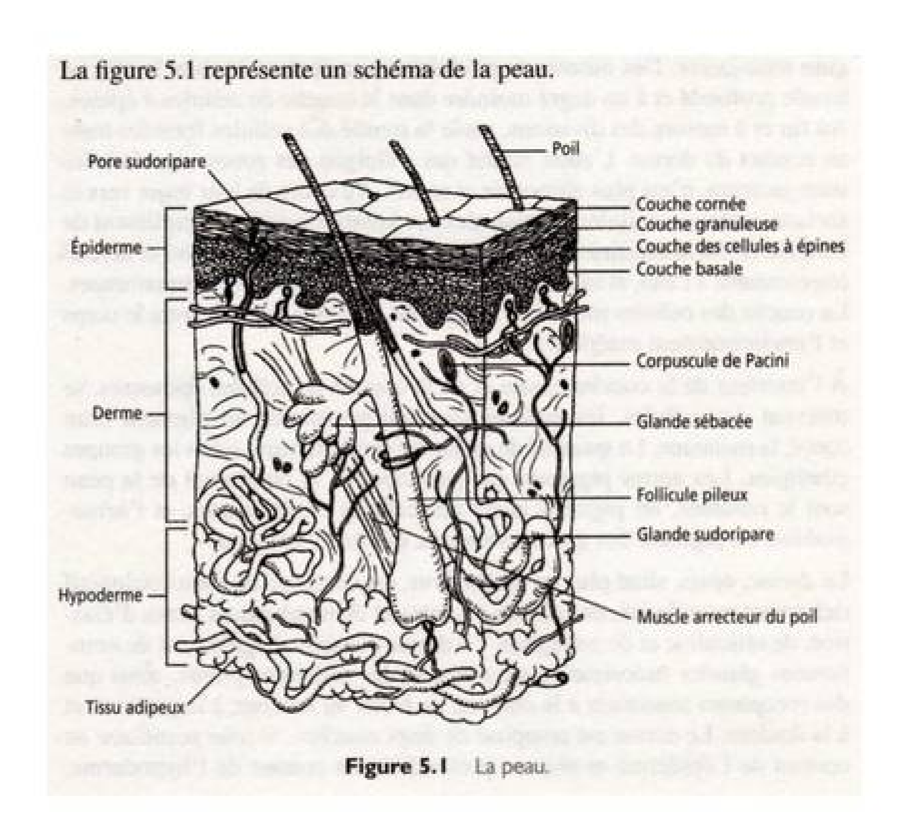


Figure 5.1 La peau.

• SAVOIR.

Les couches de la peau, de l'extérieur vers l'intérieure du corps, sont :
L'épiderme.
Le derme et l'hypoderme.

L'épiderme, externe est composé d'un épithélium pavimenteux stratifié qui comprend 30à 50 strates de cellules. Cette couche de cellules est avasculaire et sur sa partie la plus externe est constituée de cellules mortes, kératinisés qui forment de la corne. L'épiderme comprend cinq couches, structurales et fonctionnelles, ou strates, de la plus superficielle à la plus profonde, la couche cornée (stratum corneum), la couche claire (stratum lucidum) , la couche granuleuse (stratum granulosum), la couche de cellules à épines (stratum spinosum), et la couche basale (stratum basale).

La couche basale s'étend sur la membrane basale du tissu épithélial, à proximité du flux sanguin sous jacent. Des mitoses se produisent principalement dans la couche basale profonde et à un degré moindre dans la couche de cellules à épines. Au fur et à mesure des divisions, seule la moitié des cellules formées reste au contact du derme. L'autre moitié qui s'éloigne des zones vascularisées sous jacentes, n'est plus alimentée et meurt.
Au court de leur trajet vers la surface, certaines cellules spécialisées, les kératinocytes se remplissent de kératine (c'est la kératinisation), une protéine qui renforce la peau et la rend imperméable à l'eau, et toutes les cellules deviennent aplaties et squameuses. La couche des cellules mortes de l'épiderme à un rôle tampon entre le corps et l'environnement extérieur.

A l'intérieur de la couche basale et de la couche de cellules épineuses, se trouvent des cellules, les mélanocytes qui produisent un pigment brun foncé, la mélanine. La quantité de mélanine produite varie selon les groupes ethniques. Les autres pigments qui participent à la coloration de la peau sont le carotène, un pigment jaune de cellules épidermiques, et l'hémoglobine, un pigment des globules rouges, qui fixe l'oxygène.

Le derme, épais, situé plus en profondeur, est composé de tissu conjonctif richement vascularisé, de cellules vivantes et de nombreuses fibres élastiques, de réticuline et de collagène. Le derme comprend également de nombreuses glandes sudoripares, sébacées, et de follicules pileux, ainsi que des récepteurs sensoriels à la chaleur, au froid et au toucher, à la pression et à la douleur. Le derme est composé de deux couches, la zone papillaire au contact de l'épiderme et plus en profondeur, au contact de l'hypoderme, une couche épaisse, la zone réticulaire.

L'hypoderme (tissu sous cutané) qui n'est pas considéré comme une couche séparée, est constituée de tissu lâche (aréolaire), de tissu adipeux, et de vaisseaux sanguins et lymphatiques. L'hypoderme est renforcé par des fibres de collagène et d'élastine. L'hypoderme relie le derme aux organes sous jacents, stocke des lipides, à un rôle d'isolation et constitue une sorte de rembourrage pour le corps. Il régule également la température du corps par des mécanismes autonomes de vasoconstriction et de vasodilatation.

Les structures annexes de la peau.

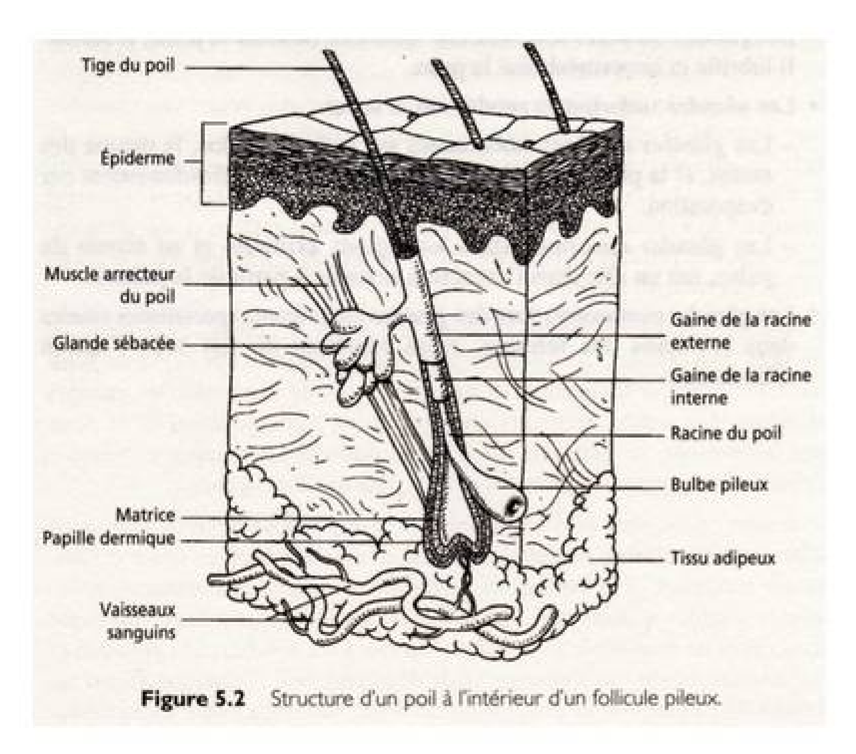


Figure 5.2 Structure d'un poil à l'intérieur d'un follicule pileux.

Les poils, les ongles, et les trois sortes de glandes exocrines sont formés à partir de l'épiderme. Ces structures dérivent de cellules germinales de l'épithélium embryonnaire qui se développent dans le derme vascularisé ou elles reçoivent un support mécanique et ou elles sont alimentées.

Le follicule pileux est une couche d'épithélium germinal qui s'est développé à l'intérieur du derme (figure 5 .2). L'activité mitotique du follicule pileux est responsable de la croissance du poil.

La tige du poil est la partie morte que l'on voit, qui émerge du follicule ; la racine du poil du poil est la partie vivante du poil à l'intérieur du follicule pileux ; et le bulbe du poil est la base élargie de la racine du poil qui reçoit les nutriments et qui est entourée de récepteurs sensoriels. Au microscope, la couche de cuticule externe kératinisée apparait écailleuse. La coloration différente des poils est due à leur contenu variable en mélanine. Au niveau de chaque follicule pileux un muscle arrecteur (muscle lisse) dont la réponse involontaire à des stimuli thermiques ou psychologiques provoque le redressement du poil. Les cheveux et les sourcils sont une protection contre la lumière, les poils des narines et les cils protègent des particules de l'air. Les poils jouent un rôle secondaire pour différencier les sexes dans l'attraction sexuelle.

Les ongles sont formés par le durcissement de la couche cornée transparente de l'épiderme. Les ongles protègent les doigts et permettent la pression de petits objets. Tous les reptiles, les oiseaux et les mammifères possèdent des sortes de manchons solides (griffe, serre, sabot ou ongle) qui protègent les phalanges terminales.

Il existe trois sortes de glandes exocrines formées à partir de l'épiderme.

- Les glandes sébacées sécrètent une substance huileuse et acide, le sébum. Il lubrifie et imperméabilise la peau.

- Les glandes sudoripares produisent la sueur.

  - Les glandes eccrines, abondantes sur le front, le dos, la paume des mains et la plante des pieds, ont un rôle dans le refroidissement par évaporation.
  - Les glandes apocrines, dans les régions axillaires et au niveau du pubis, ont un rôle dans l'attraction sexuelle à partir de la puberté.

- Les glandes mammaires sont des glandes sudoripares spécialisées situées dans les seins des femmes. Elles secrètent du lait sous l'action d'hormones.

La physiologie de la peau

Tableau 5.1 Résumé de la physiologie de la peau.

Fonction.	**Site.**
-Déshydratation. -Agressions mécaniques. -Pathogènes. -UV.	Epiderme.
-Perte de sang.	Epiderme et derme.
-Synthèse de pigments et vitamine D.	Epiderme et derme.
-Thermorégularisation par vasodilatation, vasoconstriction, sueur et frisson.	Derme et hypoderme.
-Absorption d'O_2, de CO_2, des vitamines liposolubles (A, D, E et K) : de certaines hormones stéroïdes et de certaines substances toxiques.	Epiderme, derme et hypoderme.
Elimination de déchets : sels, eau et urée.	Epiderme et derme.
Récepteurs sensoriels du toucher, de la température, de la douleur, de la pression et du pincement.	Epiderme, derme et hypoderme.

EXERCICES.

1. Vrai ou faux ?

a) La peau est le tissu le plus étendu du corps, et représente 7% du poids du corps ?

b) Les cellules de toutes les couches de l'épiderme, sauf la couche cornée constituée de cellules mortes, présentent une activité mitotique, et sont remplacées en permanence.

c) Les glandes mammaires sont des glandes sébacées modifiées qui subissent une préparation hormonale pour la lactation au moment de la naissance du bébé.

2. Compléter :

a) Le derme de la peau est composé d'une couche supérieure,… et d'une couche plus profonde…

b) L'épiderme de la peau est constitué d'un épithélium…

SOLUTIONS.

1. a) Vrai ; b) faux ; c) faux.

2. a) La zone papillaire, la zone réticulaire.
b) Pavimenteux stratifié.

Chapitre 6

Le squelette.

- **La structure et la fonction des os.**
- **Le développement des os.**
- **Les os du squelette axial.**
- **Les os du système appendiculaire.**
- **Les articulations.**
- **Exercices et corrigés.**

La structure et la fonction des os.

Le squelette est composé des os, des cartilages et des articulations. Les os sont formés d'un tissu conjonctif spécialisé, le tissu osseux. Le squelette remplit cinq fonctions.

1. **Soutien.** Le squelette est une structure rigide qui permet l'ancrage des tissus mous et des organes.
2. **Protection.** Le crane, la colonne vertébrale, la cage thoracique et la ceinture pelvienne, renferment et protègent les organes vitaux ; les sites de production des cellules du sang sont protégés à l'intérieur de la cavité médullaire de certains os.
3. **Mouvement.** Les os agissent comme des leviers lorsque les muscles auxquels ils sont attachés se contractent, provoquant un mouvement de l'articulation.
4. **Hématopoïèse.** Chez l'adulte, la moelle osseuse rouge produit les globules rouges, les cellules blanches du sang et les plaquettes.

5. **Stockage d'éléments minéraux et d'énergie.** La matrice osseuse est constituée essentiellement de calcium et de phosphore ; ces éléments peuvent être mobilisés en petites quantités et utilisés pour les besoins dans les autres parties du corps. Le tissu osseux stocke également du magnésium et du sodium en plus faible quantité. Les liquides stockés dans les cellules adipeuses de la moelle osseuse jaune, constituent des réserves énergiques.

- **SAVOIR**

Classification des os :
Les os longs : plus longs que larges localisés dans les membres.
Les os courts : plus ou moins cubiques, u du carpe et du talus.
Les os plats : fonction de protection, os du crane et des cotes.
Les os irréguliers : de forme complexe, os des vertèbres et certains os du crane.

L'os long comprend la diaphyse (ou corps) au centre de l'épiphyse à chaque extrémité (figure 6.1) ; A l'intérieur de la diaphyse se trouve la cavité médullaire tapissée par une fine couche de tissu conjonctif, l'endoste ; La cavité médullaire contient la moelle osseuse jaune lipidique. Les épiphyses sont formées d'os spongieux entouré d'os compact. Dans les pores des os spongieux, on trouve de la moelle osseuse rouge. La plaque épiphysaire qui est la zone de jonction entre la diaphyse et l'épiphyse, est une région de division cellulaire intense responsable de la croissance en longueur des os (élongation) ; la ligne épiphysaire remplace la plaque épiphysaire lorsque la croissance des os est achevée. Un tissu conjonctif dense orienté, le périoste, recouvre l'os et constitue le point d'ancrage des muscles aux tendons et le site de la croissance diamétrale des os (croissance en épaisseur).

Le développement des os.

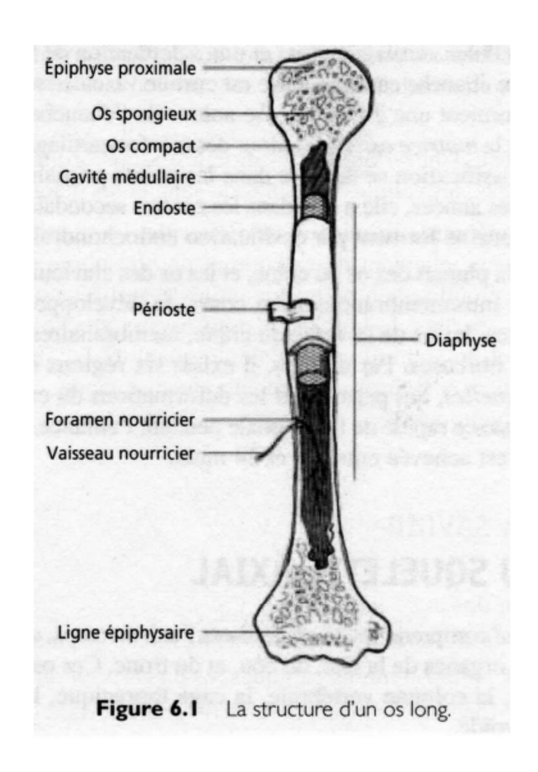


Figure 6.1 La structure d'un os long.

Le développement des os.

Il y a plusieurs sortes de cellules osseuses. Les cellules ostéogènes sont des cellules souches à l'origine de toutes les cellules osseuses. La formation de l'os est réalisés essentiellement par les ostéoblastes ; ils synthétisent des fibres de collagène et la matrice osseuse, et assurent la minéralisation pendant l'ossification. Les ostéoblastes sont ensuite piégés dans leur propre matrice et se différencient en ostéocytes qui construisent le tissu osseux. Les ostéoclastes, qui contiennent des lysosomes et des vacuoles de phagocytose, détruisent le tissu osseux.

L'ossification (formation des os) commence à la quatrième semaine du développement fœtal. Les os sont formés soit par ossification endochondrale qui débute par un stade cartilagineux, soit par une ossification intramembraneuse (dermique) qui aboutit directement à la formation de l'os. L'ossification endochondrale d'un os long débute au niveau d'un point d'ossification primaire, dans le corps d'une ébauche cartilagineuse, par une hypertrophie des chondrocytes (cellules cartilagineuses) et une calcification de la matrice cartilagineuse. Cette ébauche cartilagineuse est ensuite vascularisée, les cellules ostéogéniques forment une gaine osseuse autour de l'ébauche, et les ostéoblastes sécrètent la matrice ostéoïde autour des travées cartilagineuses. Avant la naissance, l'ossification se déroule dans les points primaires et pendant les cinq premières années, elle a lieu dans les centres secondaires. La plupart des os du squelette se forment par ossification endochondrale.

Les os faciaux, la plupart des os du crane, et les os des clavicules, se forment par ossification intra membraneuse. Au cours du développement fœtal et pendant l'enfance, les os de la voute du crane, membranaires sont séparés par des sutures fibreuses. Par ailleurs, il existe six régions membranaires larges, les fontanelles, qui permettent les déformations du crane à la naissance et la croissance rapide de l'encéphale pendant l'enfance. L'ossification des fontanelles est achevée entre 20 et 24 mois.

Les os du squelette axial.

Le squelette axial comprend les os qui forment l'axe du corps, qui soutiennent et protègent les organes de la tête, du cou et du tronc. Ces os comprennent les os du crane, de la colonne vertébrale, la cage thoracique, les osselets de l'ouïe et l'os hyoïde.

Le crane est formé de 8 os crâniens qui s'articulent solidement les uns avec les autres pour enfermer et protéger l'encéphale et les organes sensoriels associés, et les 14 os faciaux qui forment l'ossature de la face et permettent l'ancrage des dents. Ces os sont représentés sur le figure 6.2 et la figure 6.3

La base du crane est formée, d'avant en arrière, de l'os ethmoïde (qui forme les parois de la cavité nasale) entouré de l'os frontal, de l'os sphénoïde (qui comprend la selle turcique), des deux os temporaux et de l'os occipital. Les os du crane sont soudés par des articulations immobiles, les sutures. La suture coronale relie l'os frontal et les deux os pariétaux, la suture sagittale se trouve entre les deux os pariétaux, la suture lambdoïde est située entre l'os occipital et les os pariétaux et la suture squameuse se trouve entre l'os temporal et l'os pariétal.

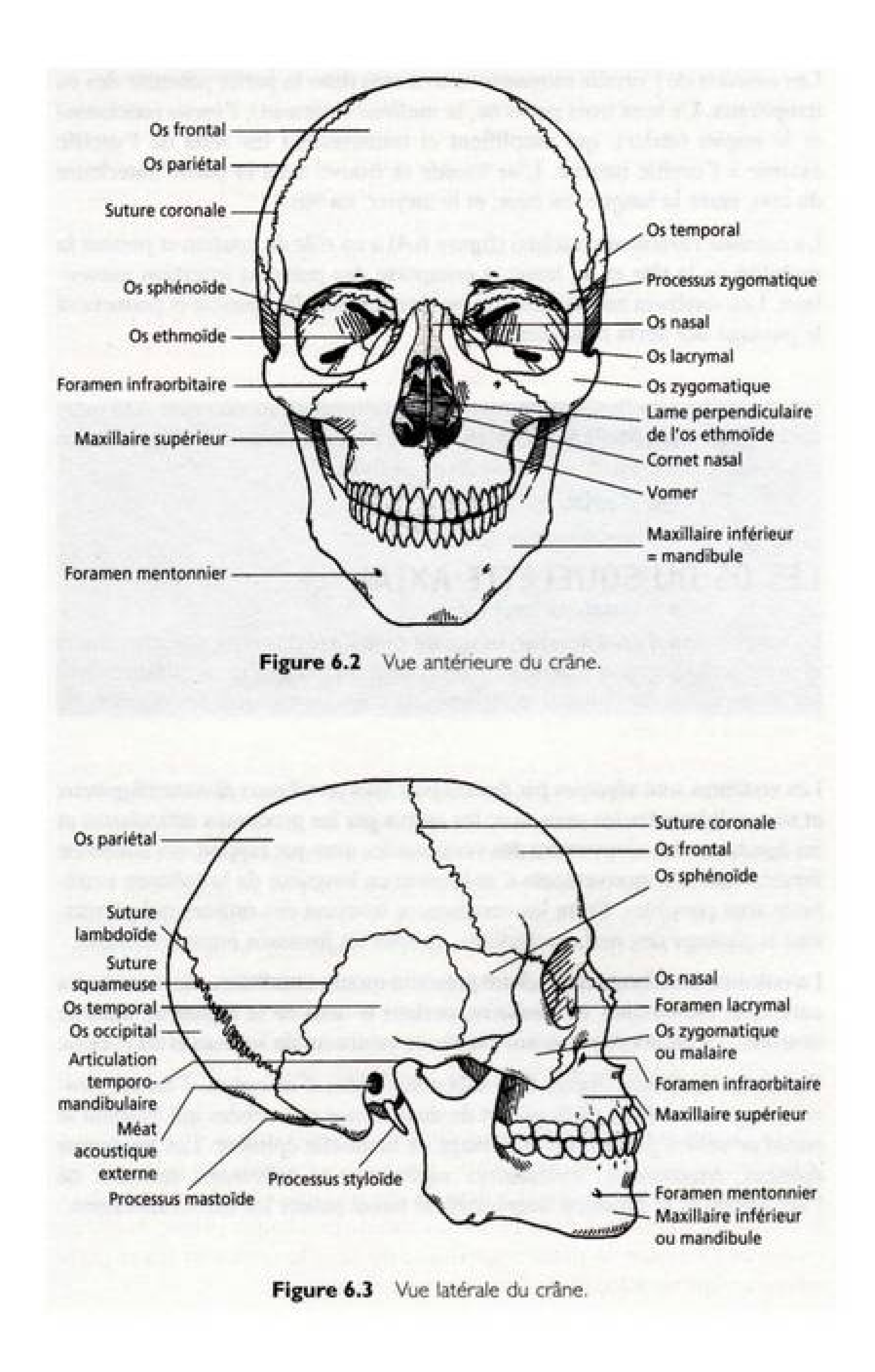


Figure 6.2 Vue antérieure du crâne.

Figure 6.3 Vue latérale du crâne.

Les os faciaux comprennent les maxillaires supérieurs (mâchoire supérieure), le maxillaire inférieur ou mandibule, les deux os palatins qui participent à la structure du palais osseux, les deux os zygomatiques (os des pommettes), les deux os lacrymaux dans la paroi médiale de chaque orbite, les deux os nasaux formant la partie supérieure du nez, le vomer et les cornets inférieurs qui sont localisés dans la cavité nasale.

Les osselets de l'oreille moyenne se trouvent dans la partie pétreuse des os temporaux. Ce sont trois petits os, le malleus (marteau), l'incus (enclume) et le stapes (étrier), qui amplifient et transmettent les sons de l'oreille externe à l'oreille interne. L'os hyoïde se trouve dans la partie antérieure du cou, entre la langue, en haut, et le larynx, en bas. La colonne vertébrale (rachis) (figure 6.4) a un rôle de soutien et permet la mobilité de la tête et du tronc et comporte des points d'insertion musculaire. Les vertèbres maintiennent et protègent la moelle épinière et permettent le passage des nerfs rachidiens.

RAPPELEZ-VOUS

Qu'il existe :

7 vertèbres cervicales.
12 vertèbres thoraciques.
5 vertèbres lombaires.
4 ou 5 vertèbres sacrées fusionnées.
4 ou 5 vertèbres coccygiennes fusionnées.

Les vertèbres sont séparées par des disques intervertébraux fibrocartilagineux et sont solidarisées les unes avec les autres par les processus articulaires et les ligaments. Le mouvement des vertèbres les unes par rapport aux autres est limité, mais des mouvements d'extension en longueur de la colonne vertébrale sont possibles. Entre les vertèbres se trouvent les orifices qui permettent le passage des nerfs rachidiens, ce sont les foramen intervertébraux.

La colonne vertébrale de l'adulte présente quatre courbures ; les courbures cervicale, thoracique, et lombaire, portant le nom de la région ou elles se trouvent. La courbure pelvienne est située au niveau du sacrum et du coccyx.

Toutes les vertèbres (figure 6.5) sont constituées d'un corps, d'un arc neural comprenant deux pédicules et de deux lames recourbés qui limitent le canal vertébral permettant le passage de la moelle épinière. Les processus épineux, transverses, articulaires supérieurs et inférieurs, naissent de l'arc neural et le foramen intervertébral laisse passer les nerfs rachidiens.

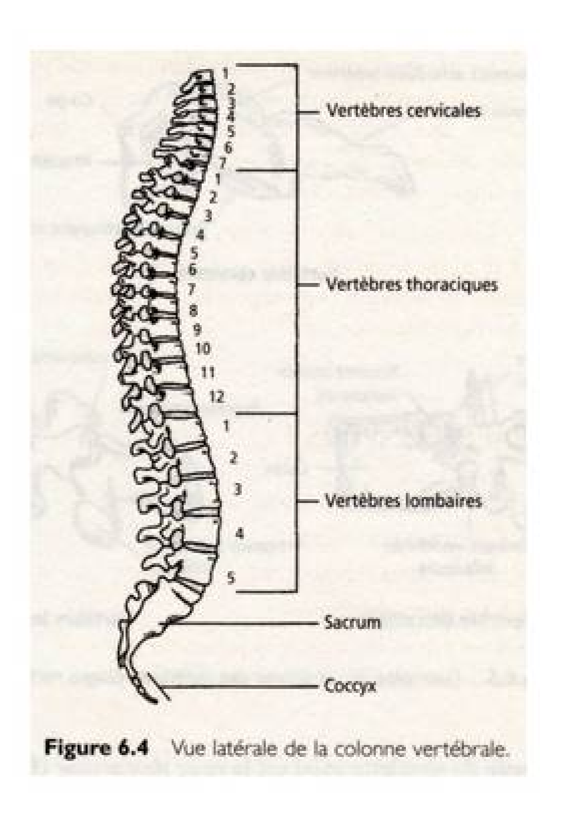


Figure 6.4 Vue latérale de la colonne vertébrale.

• **NOTER.**

Caractéristiques distinctives des vertèbres :
Vertèbres cervicales foramen transverse.
Vertèbres thoraciques fossettes articulaires costales.
Vertèbres lombaires processus épineux larges et plats pour l'insertion des muscles.

Les os du squelette axial.

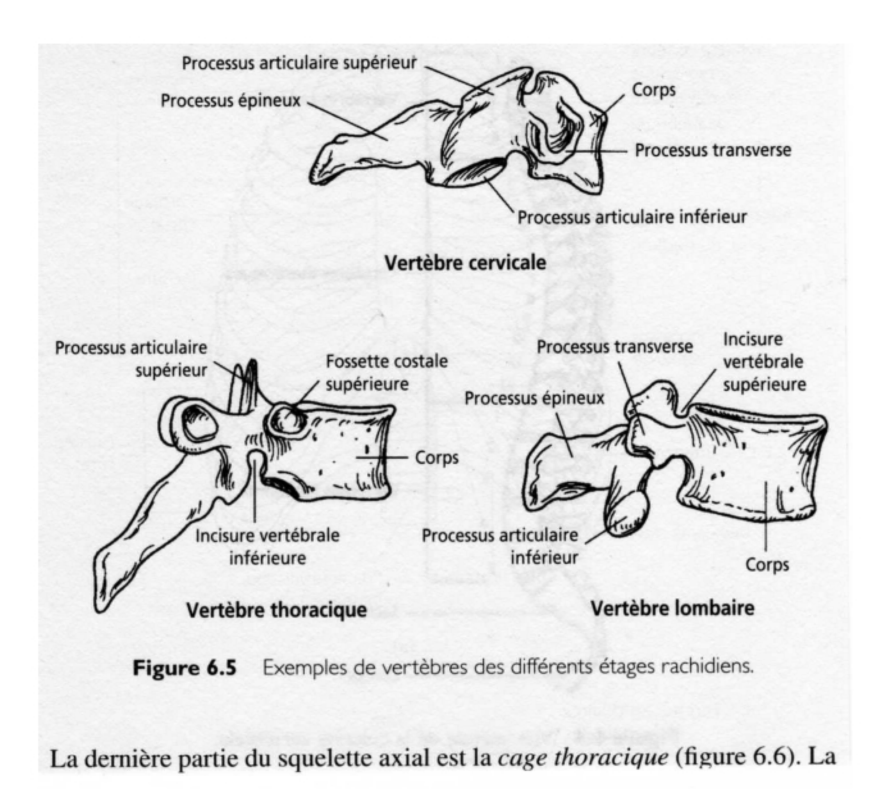


Figure 6.5 Exemples de vertèbres des différents étages rachidiens.

La dernière partie du squelette axial est la *cage thoracique* (figure 6.6). La

La première vertèbre (C1) est l'atlas et s'articule avec les condyles occipitaux du crane, la seconde vertèbre cervicale (C2), l'axis, présente une apophyse en forme de dent, le processus odontoïde qui forme un pivot permettant les rotations par rapport à l'atlas.

La dernière partie du squelette axial est la cage thoracique (figure 6.6) ; la cage thoracique est composée du sternum, des cartilages costaux, et des côtes attachées aux vertèbres thoraciques. La cage thoracique maintien la ceinture scapulaire et les membres supérieurs, maintient et protège les viscères thoraciques et abdominaux supérieurs, constitue une large surface pour l'insertion des muscles, et joue un rôle majeur dans la respiration.

Les différentes parties du sternum (figure6.6) sont le manubrium sternal, le corps, et le processus xiphoïde. Seules les sept premières paires de côtes sont fixées au sternum par des cartilages costaux et sont de vraies côtes (cotes vertébrosternales). Les 5 paires suivantes sont les fausses côtes. Les huitième, neuvième et dixième côtes s'attachent au cartilage costal de la septième côte (cotes vertébrochondrales). Les onzième et douzième côtes ne sont pas du tout attachées au sternum et sont appelées cotes flottantes (cotes vertébrales). Les dix premières côtes sont constituées chacune d'une tête, et d'un tubercule permettant l'articulation à une vertèbre (figure 6.6). Les onzième et douzième côtes possèdent une tête mais pas de tubercule. Toutes les cotes sont formées d'un col, d'un angle, et d'un corps.

Les os du squelette axial.

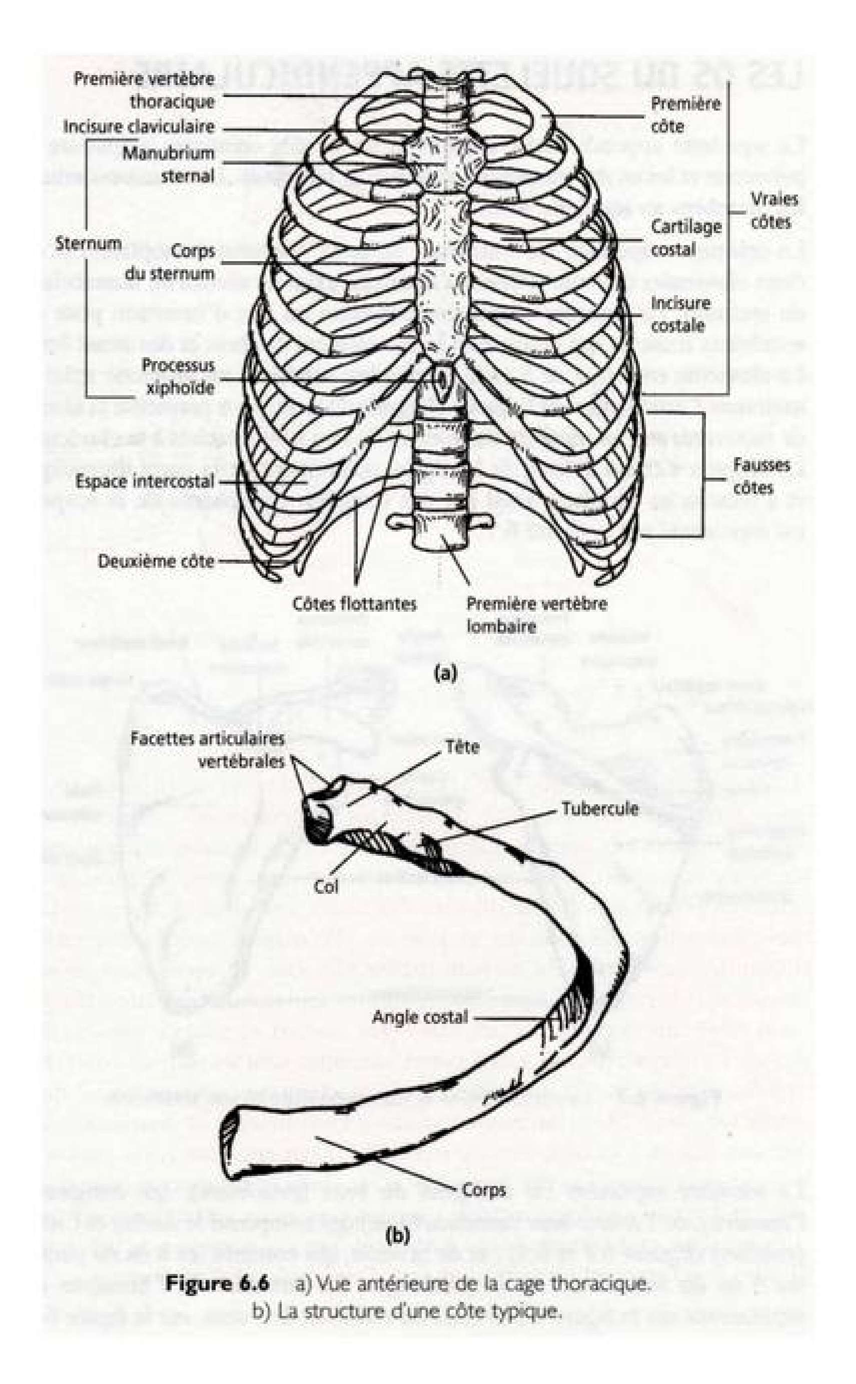


Figure 6.6 a) Vue antérieure de la cage thoracique.
b) La structure d'une côte typique.

Les os du squelette appendiculaire.

Le squelette appendiculaire comprend les os des ceintures scapulaire et pelvienne et les os des membres supérieurs et inférieurs. Les ceintures relient les membres au squelette axial.

La ceinture scapulaire est constituée de deux scapulas (omoplates) et de deux clavicules qui sont reliées au squelette axial au niveau du manubrium du sternum. La ceinture scapulaire constitue un site d'insertion pour de nombreux muscles qui permettent le mouvement des bras et des avant-bras. La clavicule en forme de S relie le membre supérieur au squelette axial et maintient l'articulation de l'épaule éloignée du tronc pour permettre la liberté de mouvement. Les muscles du tronc et du cou sont attachés à la clavicule. La scapula s'étend le long de la région postérieure de la paroi thoracique et s'attache au squelette axial par des muscles. Un schéma de la scapula est représenté sur la figure 6.7

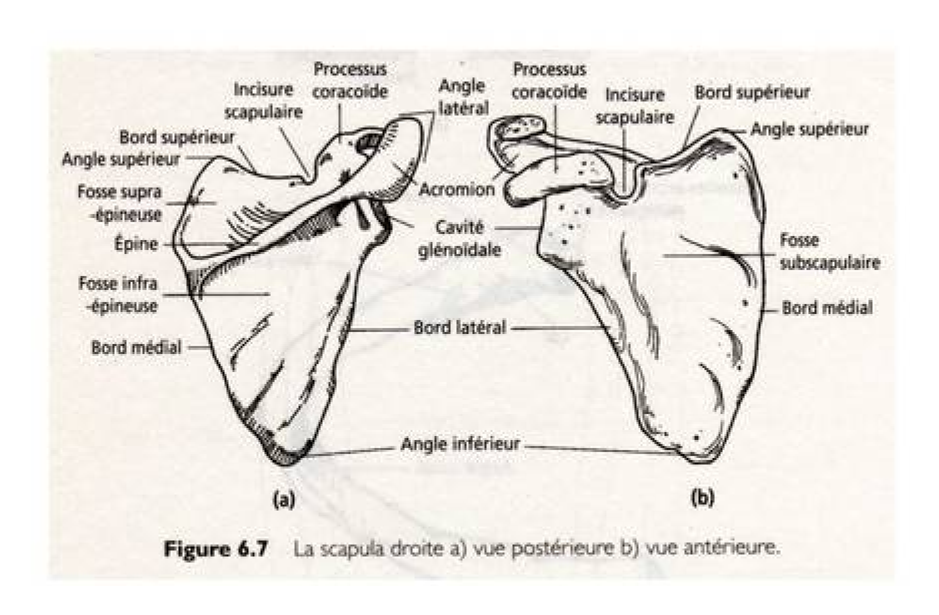


Figure 6.7 La scapula droite a) vue postérieure b) vue antérieure.

Le membre supérieur est composé du bras (brachium), qui comprend l'humérus, de l'avant bras (antebrachium) qui comprend le radius et l'ulna (cubitus) (figures 6.8 et 6.9) ; et de la main, qui contient les 8 os du carpe, les 5 os du métacarpe, et 14 phalanges. La structure de l'humérus est représentée sur la figure 6.8 et celle du radius et de l'ulna, sur la figure 6.9.

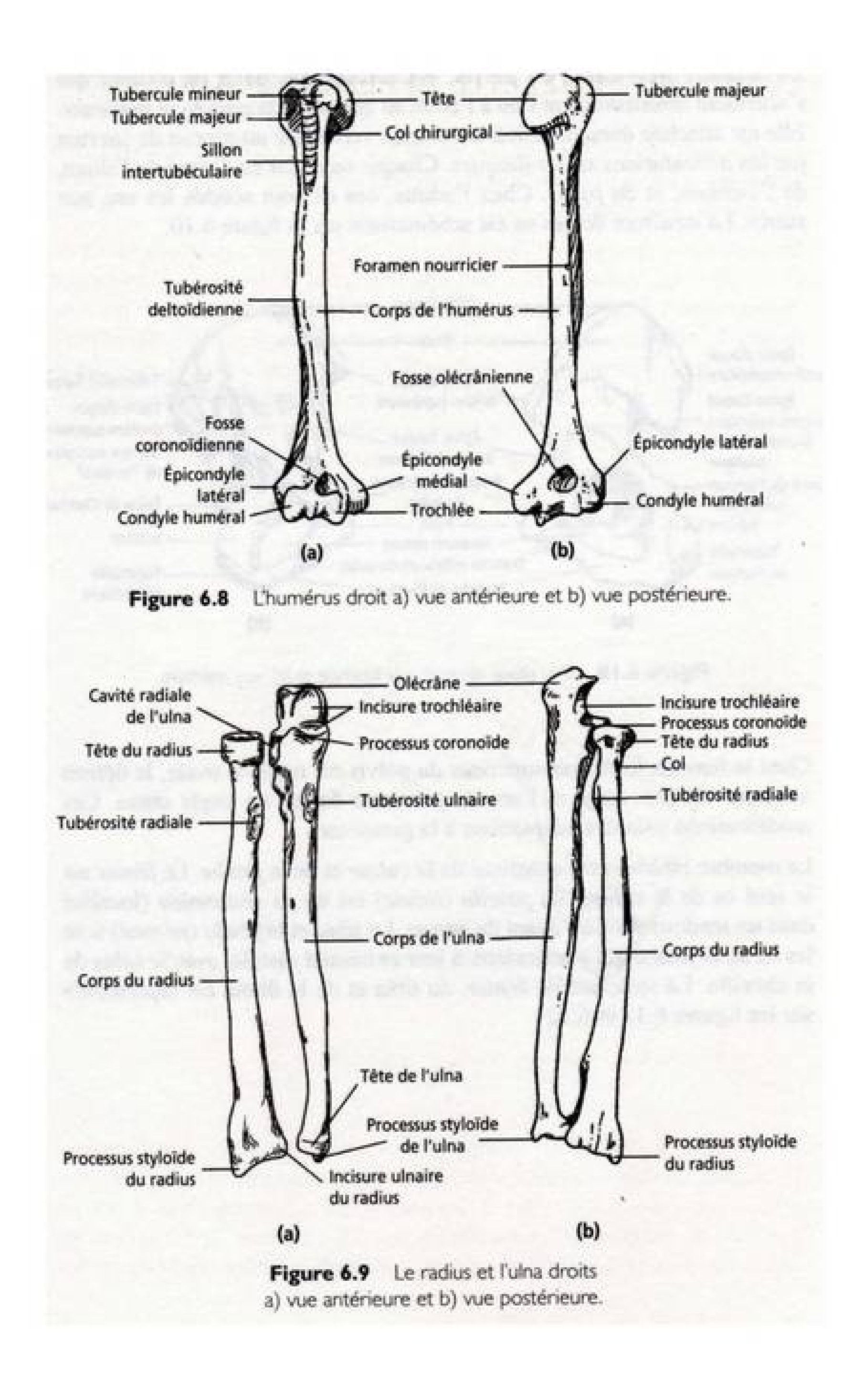


Figure 6.8 L'humérus droit a) vue antérieure et b) vue postérieure.

Figure 6.9 Le radius et l'ulna droits a) vue antérieure et b) vue postérieure.

La ceinture pelvienne, ou pelvis, est formée des deux os coxaux qui s'articulent antérieurement l'un à l'autre au niveau de la symphyse pubienne. Elle est attachée dorsalement à la colonne vertébrale au niveau du sacrum par les articulations sacro iliaques. Chaque os coxal est formé de l'ilium, de l'ischium, et du pubis. Chez l'adulte, ces os sont soudés les uns aux autres. La structure de ces os est schématisée sur la figure 6.10.

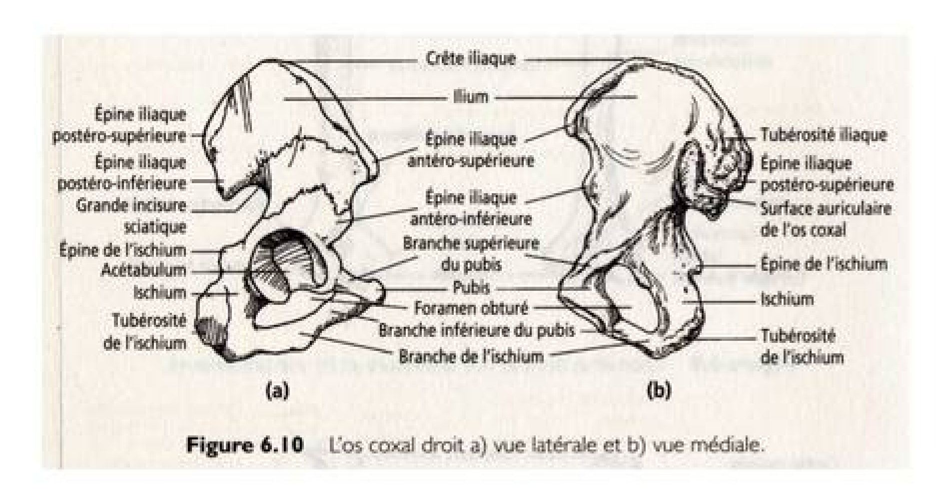


Figure 6.10 L'os coxal droit a) vue latérale et b) vue médiale.

Chez la femme, le détroit supérieur du pelvis est rond ou ovale, le détroit inférieur est plus large et l'arcade pubienne forme un angle obtus. Cres modifications sont des adaptations à la grossesse.

Le membre inférieur est constitué de la cuisse et de la jambe. Le fémur est le seul os de la cuisse. Le patella (rotule) est un os sésamoïde (localisé dans un tendon) situé à l'avant du genou. Le tibia et la fibula (péroné) sont les os de la jambe qui s'articulent, à leur extrémité distale, avec le talus de la cheville. La structure du fémur, du tibia et de la fibula est représentée sur les figures 6.11 et 6.12.

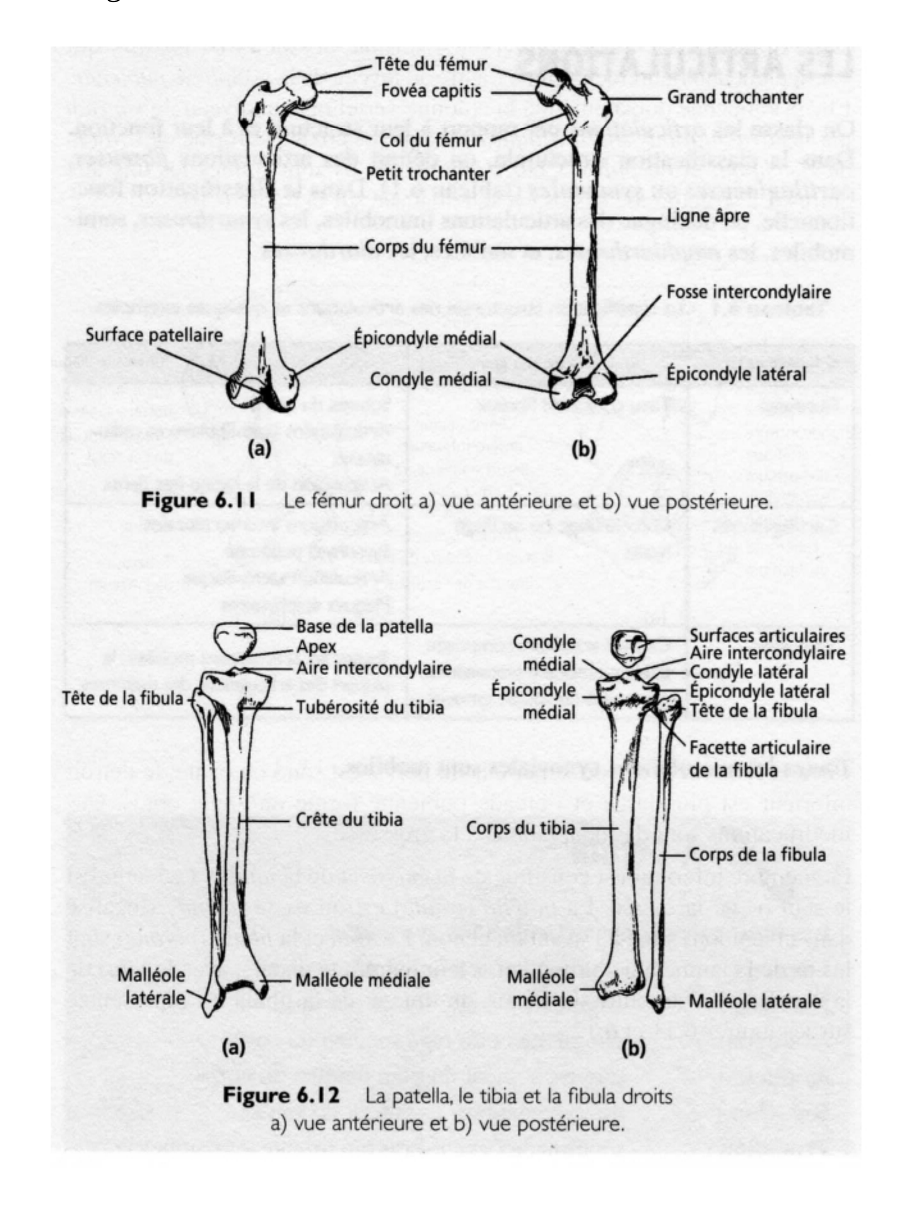


Figure 6.11 Le fémur droit a) vue antérieure et b) vue postérieure.

Figure 6.12 La patella, le tibia et la fibula droits a) vue antérieure et b) vue postérieure.

Les articulations.

On classe les articulations par rapport à leur structure et à leur fonction. Dans la classification structurale, on définit des articulations fibreuses, cartilagineuses ou synoviales (tableau6.1). Dans la classification fonctionnelle, on distingue des articulations immobiles, les synarthroses, semi-mobiles, les amphiarthroses, et mobiles, les diarthroses.

Tableau 6.1 La classification structurale des articulations et quelques exemples.

Classification.	**Structure.**	**Exemples.**
Fibreuses.	Tissu conjonctif fibreux.	Sutures du crane. Articulation tibio-fibulaire et radio ulnaire. Articulation de la racine des dents.
Cartilagineuses.	Fibrocartilage ou cartilage hyalin.	Articulations intervertébrales. Symphyse pubienne. Articulation sacro-iliaque. Plaques épiphysaires.
Synoviales.	Capsule articulaire composée d'une membrane synoviale et contenant du liquide synovial.	Toutes les articulations mobiles : la plupart des articulations des membres.

Toutes les articulations synoviales sont mobiles.

• **SAVOIR.**

Les mouvements des articulations synoviales.

Flexion : Diminue l'angle formé par deux os.
Extension : Augmente l'angle formé par deux os.
Abduction : Eloignement du plan médian du corps.
Adduction : rapprochement du plan médian du corps.
Rotation : Mouvement de l'os autour de son axe.
Pronation : Rotation de l'avant bras qui oriente les paumes vers l'arrière.
Supination : Inverse de la pronation.
Circumduction : Mouvement conique de l'os (l'extrémité proximale reste fixe et l'extrémité distale décrit un cercle).

Exercices.

Vrai ou faux ?

1. Les extrémités proximales et distales d'un os long sont les diaphyses.
2. Les vertèbres cervicales sont caractérisées par la présence de fossettes articulaires.
3. La plupart des os du squelette se forment par ossification intramembraneuse.
4. L'être humain possède sept paires de vraies côtes et cinq paires de fausses côtes, les deux dernières paires sont des cotes flottantes.
5. La supination et la pronation sont des mouvements spécifiques de circumduction.

Solutions.

1. Faux.
2. Faux.
3. Faux.
4. Vrai.
5. Faux.

Chapitre 7

Le tissu musculaire et le mécanisme de la contraction.

- **La structure microscopique du muscle.**
- **La contraction musculaire.**
- **La structure macroscopique du muscle.**
- **Exercices et corrigés.**

Il existe trois types de tissu musculaire : lisse, cardiaque et squelettique.
Chaque type est caractérisé par une structure, une fonction et une localisation différentes.

Les fonctions du muscle sont :

- **Le mouvement.** Les mouvements du corps tels que la marche, la respiration, la parole ainsi que ceux qui sont associés à la digestion et aux flux liquidiens.
- **La production de la chaleur.**
- **La posture et le soutien du corps.**

La structure microscopique du muscle.

Les cellules musculaires qui ressemblent à de petits filaments sont appelées fibres musculaires. Chaque fibre squelettique est une cellule striée multinucléée contenant un grand nombre de myofibrilles cylindriques qui s'étendent sur toute la longueur de la cellule. Chaque myofibrille est constituée de plus petites unités appelées myofilaments (ou filaments). Les myofilaments minces sont constitués essentiellement d'une protéine contractile, l'actine, et les myofilaments épais d'une autre protéine contractile, la myosine.

La structure des myofilaments.

Les filaments épais.

En forme de club de golf , chaque molécule de myosine est constituée d'un long segment tubulaire et d'une tête globulaire, la tête de myosine ou pont d'union. La tête de myosine comporte un site de fixation de l'actine et un site de fixation de l'ATPase. Les segments tubulaires sont accolés les uns aux autres, leur tête globulaire orientée vers l'extérieur, et ils constituent les filaments épais qui s'étendent entre les filaments minces (figures7.1).

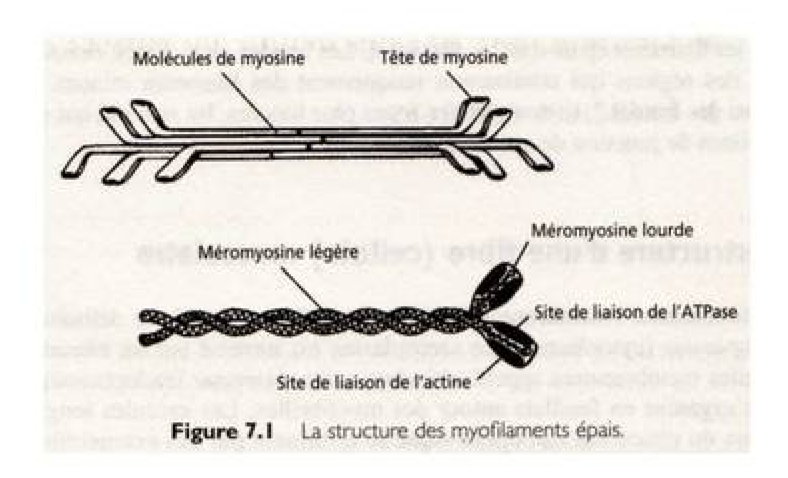


Figure 7.1 La structure des myofilaments épais.

Les filaments minces.

Ces filaments sont composés de protéines, l'actine, la tropomyosine et la troponime. Deux longs brins d'actine forment le squelette des filaments minces. Les chaines longues et fines de tropomyosine s'enroulent autour des brins d'actine et masquent les sites de fixation de la myosine sur l'actine. Des molécules de troponime relient la chaine de tropomyosine à l'hélice d'actine (figure 7.2). Dans les myofibrilles du muscle squelettique et du muscle cardiaque, les filaments minces et les filaments épais se chevauchent pour former un pattern particulier appelé sarcomère. Le sarcomère est l'unité structurale et fonctionnelle d'une myofibrille.

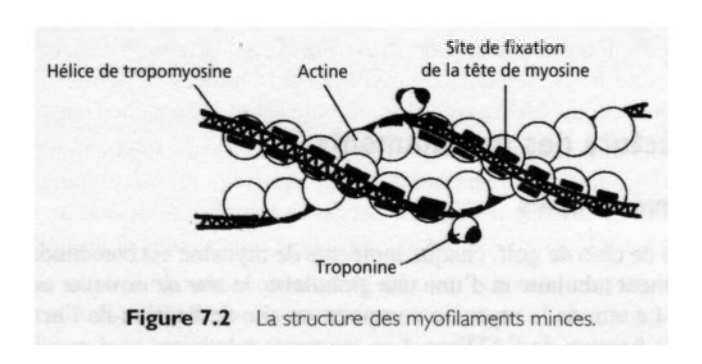


Figure 7.2 La structure des myofilaments minces.

Les striations entrecroisées, que l'on observe dans le muscle squelettique et dans le muscle cardiaque, sont dues à ce pattern d'intercalations régulières des filaments épais et des filaments minces. Les bandes sombres qui contiennent les filaments épais sont les bandes A. Les bandes plus claires, bandes I, sont des régions qui contiennent uniquement des filaments minces. Au milieu des bandes I, se trouvent des zones plus foncées, les stries Z, qui sont les zones de jonction des sarcomères adjacents.

La structure d'une fibre (cellule) musculaire.

Le sarcolemme (membrane cellulaire) de la fibre musculaire délimite le sarcoplasme (cytoplasme). Le sarcoplasme est traversé par un réseau de saccules membranaires appelé réticulum sarcoplasmique (endoplasmique) qui s'organise en feuillets autour des myofibrilles. Les saccules longitudinaux du réticulum sarcoplasmique se terminent par des extensions en cul de sac, les citernes terminales. Les citernes terminales stockent des ions calcium (CA^2) et jouent un rôle important dans la régulation de la contraction musculaire. Les tubules traverses (tubules T) sont des prolongements internes du sarcolemme qui s'étendent perpendiculairement au réticulum sarcoplasmique. Les tubules T passent par des segments adjacents des citernes terminales et pénètrent en profondeur dans la fibre musculaire permettant la conduction du potentiel jusqu'ai cœur de cette fibre.

La contraction musculaire.

Dans la théorie de la contraction par glissements des filaments, les myofilaments (minces et épais) des myofibrilles glissent les uns par rapport aux autres, ce qui provoque le raccourcissement de la fibre musculaire, avec un mouvement global du muscle de l'insertion vers l'origine. Le mécanisme qui provoque le glissement des myofilaments minces (d'actine) sur des myofilaments épais (de myosine) se déroule selon la séquence suivante :

1 La stimulation transmise par l'acétylcholine à travers la jonction neuromusculaire, initie un potentiel d'action au niveau du sarcolemme de la fibre musculaire. Ce potentiel d'action se propage au niveau du sarcolemme et est transmis à l'intérieur de la fibre musculaire par les tubules T.

2 Sous l'effet du potentiel d'action les citernes terminales déversent des ions calcium (Ca^{2+}), dans l'environnement immédiat des myofibrilles.

3 Les ions Ca^{2+}, se fixent sur les molécules de troponime associées aux molécules de tropomyosine sur les filaments minces, ce qui modifie la conformation tridimensionnelle de la triponine. Cette modification provoque le déplacement de la tropomyosine et démasque les sites de fixation de l'actine sur la myosine.

4 Les têtes de myosine (pont d'union) se lient à l'actine. Du fait de cette liaison, la tête de myosine, dans une configuration de haute énergie, subit un changement de conformation qui provoque son redressement .Le filament d'actine est tiré sur le filament de myosine dans un mouvement appelé force de traction.

5 Après la traction, la tête de myosine se détache de son site de fixation sur l'actine et de l'ATP se fixe sur la tête de myosine. L'ATPase de la tête de myosine hydrolyse l'ATP en ADP + énergie : l'énergie est utilisée pour rétablir une conformation de haute énergie de la tête de myosine. La tête de myosine peut ainsi se lier à un autre site de fixation de l'actine (s'il est exposé du fait de la préférence de calcium), ce qui produit une autre traction.

6 La répétition de ces tractions permet de tirer les filaments minces. Ce glissement, selon un mécanisme de roue à rochet, qui implique l'interaction de nombreux sites de fixation de l'actine et de têtes de myosine, produit une unique contraction musculaire.

7 Lorsque le potentiel d'action s'interrompt, le calcium (Ca^{2+}) du cytoplasme est ramené par transport actif dans les citernes terminales du réticulum sarcoplasmique. En absence de calcium, la troponine reprend sa configuration initiale de sorte que la tropomyosine masque à nouveau les sites de fixation de la myosine situés sur les filaments minces. Les filaments minces retournent à leur état initial et le muscle se relâche.

La jonction musculaire.

La stimulation d'un neurone provoque la contraction du muscle squelettique. L'espace compris entre la terminaison axonale d'un neurone moteur et la fibre musculaire est appelé jonction neuromusculaire (figure 7.3).

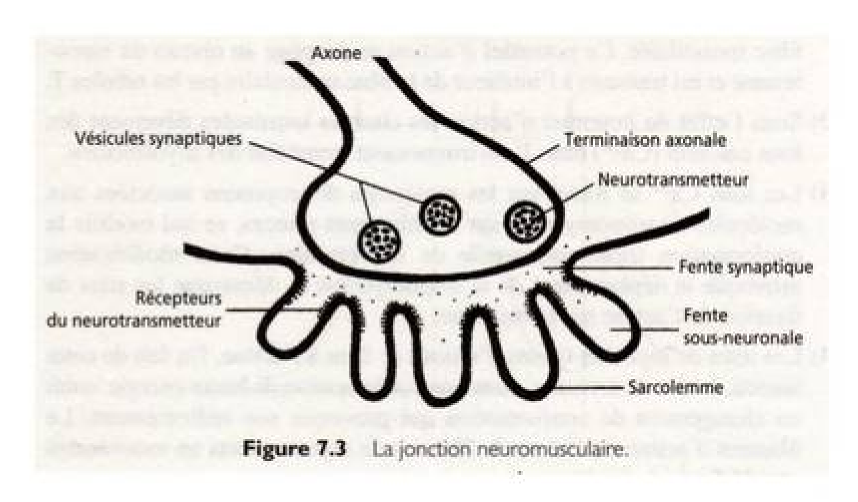


Figure 7.3 La jonction neuromusculaire.

Le potentiel d'action se propage le long d'un neurone moteur jusqu'à la terminaison axonale ou il provoque un influx d'ions calcium. Les ions calcium agissent sur les vésicules synaptiques qui libèrent l'acétylcholine qui diffusent à travers la fente synaptique et se lie à des récepteurs spécifiques situés sur le sarcolemme . Le potentiel d'action se propage sur tout le sarcolemme et initie la séquence d'événements décrite ci-dessus.

L'unité motrice.

L'ensemble formé par les ramifications d'un unique neurone moteur et par les fibres des muscles squelettiques qu'elles innervent, est appelé une unité motrice. Les grosses unités motrices sont constituées d'un grand nombre de fibres alors que les petites unités en contiennent un nombre relativement plus restreint. La contraction d'un muscle squelettique met en jeu plusieurs unités motrices. Des mouvements précis et hautement coordonnés nécessitent peu d'unités motrices. Lorsqu'une force musculaire importante est requise, de nombreuses unités motrices sont mises en jeu. La réponse de chacune des fibres d'une unité motrice à un stimulus électrique, comprend trois phases (figure 7,4) :

1. La période de latence, entre le moment de la stimulation et le début de la contraction.
2. La période de contraction (ou durée de contraction), lorsque le travail musculaire est réalisé.
3. La période de relâchement, ou de récupération de la fibre musculaire.

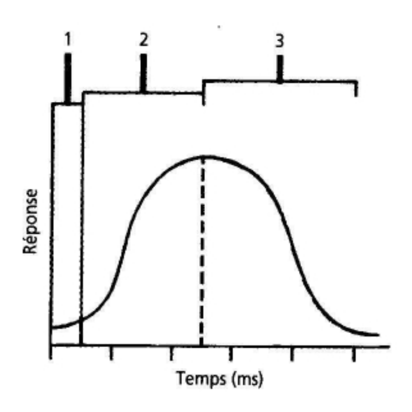


Figure 7.4 L'activité d'une fibre musculaire en réponse à un stimulus.

Important.

Les différents types de fibres musculaires squelettiques.

Les fibres à contraction rapide : grosse fibres contenant de grandes quantités de glycogène ; peu de myoglobine (pigment qui fixe l'O2) ; voie anaérobie de production de l'ATP ; fibres fatigables ; forces et rapidité.
Les fibres à contraction lente : petites fibres contenant peu de glycogène, riche en myoglobine ; voie aérobie de production de l'ATP ; résistantes à la fatigue, endurance.
Les fibres intermédiaires : de taille intermédiaire ; quantité moyenne de myoglobine ; riches en myoglobine ; production d'TP par les deux types de voies, anaérobie et aérobie.

Secousse musculaire, sommation et tétanos.

Un seul potentiel d'action qui arrive au niveau des fibres musculaires d'une unité motrice provoque une contraction du muscle, rapide et de courte durée, appelée secousse musculaire (figure 7.5) .
Si une succession rapide de stimuli est appliqué au niveau des fibres de plusieurs unités motrices d'un muscle, une secousse musculaire n'est pas achevée avant que la suivante ne commence.

Puisque le muscle est déjà partiellement contracté lorsque la deuxième secousse musculaire débute, le raccourcissement du muscle au cours de la deuxième contraction sera légèrement plus important qu'il ne l'est lors d'une seule secousse musculaire. On appelle sommation ce léger raccourcissement musculaire supplémentaire dû à la succession rapide de deux ou plusieurs potentiels d'action. Pour des fréquences rapides de stimulation, les secousses qui se chevauchent s'additionnent en une contraction unique, forte et soutenue, que l'on appelle un tétanos.

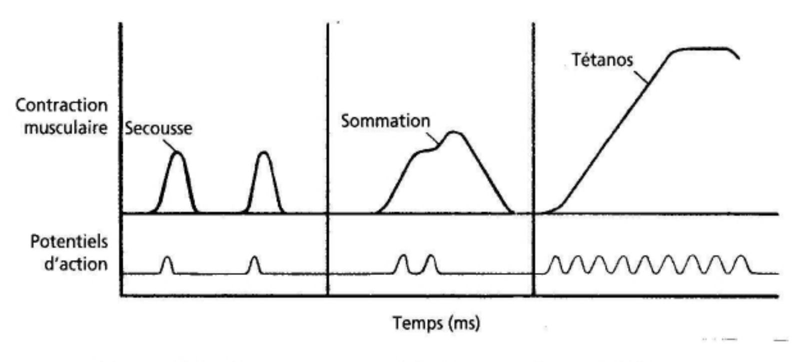


Figure 7.5 La secousse musculaire, la sommation et le tétanos.

La structure macroscopique du muscle.

Le tissu musculaire squelettique et le tissu conjonctif associé sont organisés en faisceaux musculaires. Cette architecture détermine la force et le sens de contraction des fibres musculaires. On distingue les fibres parallèles, convergentes, pennées (en forme de plumes) ou circulaires des sphincters.

Les trois gaines de tissu conjonctif lâche de type fibreux que l'on trouve à différents niveaux du muscle permettent d'uniformiser la force de contraction. L'endomésyum est le tissu conjonctif qui entoure chaque fibre musculaire.

Le périmysium entoure plusieurs fibres musculaires pour constituer un faisceau. Un muscle est formé de nombreux faisceaux. Chaque muscle est enveloppé par l'épimysium. Ces trois tissus conjonctifs sont en continuité avec le tendon qui assure la fixation du muscle de l'os.

Un muscle est attaché au squelette à deux niveaux. L'origine est le point d'attachement le moins mobile du muscle ; l'insertion est le point le plus mobile. L'origine est généralement en position proximale par rapport à l'articulation, et l'insertion en position distale.

• SAVOIR.

La différence entre les fibres musculaires, les myofibrilles et les myofilaments.

Le mécanisme de contraction musculaire et l'importance des ions Ca^{2+} et de l'ATP dans ce processus.
L'organisation et le rôle des muscles squelettiques ; les unités motrices , les différents types de fibres , les différents types de contraction et la structure macroscopique des muscles.

Exercices.

1. Faire comprendre.

(1) Strie Z	a) structure protéinique aplatie à laquelle les filaments minces sont reliés.
(2) Sarcomère	b) Unité de base d'une fibre musculaire.
(3) Bande A	c) Prolongements membranaires qui constituent des saccules allongés à l'intérieur de la cellule musculaire.
(4) Réticulum sarcoplasmique	d) Structure qui lie le calcium.
(5) Troponine	e) Initie ou régule la contraction.
(6) Calcium	f) Composé essentiellement de myosine.
(7) Complexe ATPase myosine	g) Permet de libérer l'énergie de l'ATP.

2. Vrai ou faux ?

a) On ne trouve de l'actine que dans les fibres striées des muscles squelettique et cardiaque.
b) Les filaments musculaires sont entourés de périmysium.
c) Les myofilaments minces sont constitués principalement de myosine.

Solutions

1

(1) a
(2) b
(3) f
(4) c
(5) d
(6) e
(7) g

2

(a) faux
(b) vrai
(c) faux

Chapitre 8

Le système musculaire.

- **La terminologie musculaire.**
- **Les muscles du squelette axial.**
- **Les muscles du squelette appendiculaire.**
- **Exercices et corrigés.**

La terminologie musculaire.

La nomenclature des muscles est établie en fonction de différentes caractéristiques de ces muscles.

Nomenclature des muscles.

Caractéristiques. (7)	Exemple.
Forme.	Deltoïde (en forme de triangle).
Localisation.	Pectoral (au niveau de la poitrine).
Insertion	Sterno-cléido-mastoïdien.
Orientation	Droit (Comme des bandelettes).
Position relative.	Latéral, médial.
Fonction	Abducteur, Fléchisseur.

La fonction (ou l'action) des muscles est décrite selon la terminologie ci-dessous.

Action. (11)	**Définition.**
Flexion.	Diminue l'angle articulaire.
Extension.	Augmente l'angle articulaire.
Abduction.	Mouvement d'éloignement par rapport à la ligne médiane du corps.
Adduction.	Mouvement de rapprochement par rapport à la ligne médiane du corps.
Elévation.	Elève une structure du corps.
Dépression.	Abaisse une structure du corps.
Rotation.	Mouvement d'un os autour de son axe longitudinal.
Supination.	Rotation de l'avant bras, la paume orientée vers l'avant.
Pronation.	Rotation de l'avant bras , la paume orientée vers l'arrière.
Inversion.	Oriente la plante des pieds vers l'intérieur.
Eversion.	Oriente la plante des pieds vers l'extérieur.

Les muscles du squelette axial.

Les muscles du squelette axial comprennent ceux qui interviennent dans l'expression faciale (que l'on n'abordera pas ici), ceux impliqués dans la mastication, dans les mouvements du cou et dans la respiration, ceux qui agissent sur la paroi abdominale et ceux qui assurent les mouvements de la colonne vertébrale.

Les muscles de la mastication qui mobilisent la mandibule sont les suivants :

Temporal.	• : Fosse temporale.	I : Processus coronoïde de la mandibule.
Masséter	• : Arc Zygomatique.	I : Face latérale de la branche de la mandibule.
Ptérygoïdien médial.	• : Os sphénoïde.	I : face médiale de la branche de la mandibule.
Ptérygoïdien latéral.	• : Os sphénoïde.	I : face antérieure de condyle mandibulaire.

Les muscles impliqués dans les mouvements du cou comprennent les muscles :

Sterno-cléido-mastoïdien	**O : Sternum et clavicule.**	**I : Processus mastoïde.**
Digastrique.	• : Processus mastoïde. Os hyoïde.	I : Bord inférieur de la mandibule.

Les **muscles de la paroi abdominale** ont tous un rôle de compression de l'abdomen ; certains agissent sur la rotation externe et la flexion de la colonne vertébrale.

Oblique externe.	• : Les huit côtes inférieures.	I : Crête iliaque, ligne blanche et pubis.
Oblique Interne.	• : crête iliaque, ligament inguinal, fascia lombaire	I : Ligne blanche ; pubis ; cartilages costaux des côtes inférieures.
Transverse de l'abdomen.	O : Crête iliaque, ligament inguinal, côtes inférieures.	I : Processus xiphoïde, ligne blanche, pubis.
Droit de l'abdomen.	O : Processus xiphoïde ; cartilages costaux de la cinquième, sixième et septième côte.	I : Crête pubienne ; symphyse pubienne.

Les **muscles de la colonne vertébrale** comprennent un groupe de muscles appelés muscles érecteurs spinaux. Ces muscles sont des muscles à orientation longitudinale qui ont un rôle d'extension de la colonne vertébrale.

Muscles du squelette appendiculaire.

Les muscles du squelette appendiculaire comprennent ceux de la cage thoracique, du bras (brachium), de l'avant bras (antébrachium), de la main (manus) de la cuisse, de la jambe, et du pied (pes).

Les **muscles de la cage thoracique** relient la cage thoracique au squelette axial et sont impliqués dans les mouvements de la ceinture scapulaire.

Dentelé antérieur.	• : Les huit ou neuf côtes supérieures.	I : à l'avant du bord médial de la scapula.
Petit pectoral.	• : Extrémités sternales de la troisième à la cinquième côte.	I : Processus coracoïde de la scapula.
Trapèze.	• : Os occipital et processus épineux des vertèbres cervicales et thoraciques.	I : Clavicule, acromion et épine de la scapula.
Elévateur de la scapula.	•: Quatre premières vertèbres cervicales.	I : bord supérieur de la scapula.
Grand rhomboïde.	• : Processus épineux de la deuxième à la cinquième vertèbre thoracique.	I ; bord médial de la scapula.
Petit rhomboïde.	•: septième vertèbre cervicale et premières vertèbres lombaires.	I : Bord médial de la scapula.

Au niveau de l'articulation de l'épaule, les **muscles qui assurent les mouvements de l'humérus** permettent la flexion, l'extension, la rotation, l'abduction et l'adduction de l'humérus. La fonction de chacun de ces muscles est déterminée par son origine et son insertion.

Grand Pectoral.	• : Clavicule, sternum, de la deuxième à la sixième côte.	I : Sillon intertuberculaire de l'humérus.
Grand dorsal.	• : Processus épineux des vertèbres lombaires, sacrées, et des dernières vertèbres thoraciques.	I : Sillon intertuberculaire de l'humérus.
Deltoïde.	• : Clavicule, acromion, et épine scapulaire.	I : Tubérosité deltoïdienne.
Supra épineux.	• : Fosse supra épineuse.	I : Tubercule majeur de l'humérus.
Infra-Epineux.	• : fosse infra-épineuse.	I : Tubercule majeur de l'humérus.
Grand rond.	• : Bord latéral de la scapula.	I : Sillon intertuberculaire de l'humérus.
Petit rond.	• : Bord latéral de la scapula.	I : Tubercule majeur de l'humérus.
Sous-scapulaire.	• : Face antérieure de la scapula.	I : Tubercule mineur de l'humérus.
Caraco-brachial.	• : Processus coracoïde de la scapula.	I : Diaphyse de l'humérus.

Les **muscles antérieurs qui assurent les mouvements de l'avant bras** permettent la flexion du coude ; les muscles postérieurs permettent l'extension du coude.

Biceps brachial.	• : Processus coracoïde et tubercule supra-glénoïde de la scapula.	Tubérosité radiale.
Brachial.	• : Face antérieure de l'humérus.	I : Processus coronoïde de l'ulna.
Brachio-radial.	• : Epicondyle latéral de l'humérus.	I : Extrémité distale du radius.
Triceps brachial.	• : Tubercule infraglénoïdal de l'omoplate et la face postérieure de l'humérus.	I : Olécrane de l'ulna.
Anconé.	• : Epicondyle latéral de l'humérus.	I : Olécrane de l'ulna.

Il existe de nombreux muscles qui agissent sur la poitrine, la main et les doigts. Ils sont répartis en trois groupes génériques :

- Les pronateurs et les supinateurs, qui assurent la pronation et la supination de l'avant bras ;
- Les fléchisseurs, qui assurent la flexion de la poitrine et des doigts.
- Les extenseurs, qui assurent l'extension de la poitrine et des doigts.

Les muscles pronateurs et tous les muscles fléchisseurs, pont pour origine l'épicondyle médial de l'humérus ; les supinateurs et les extenseurs ont pour origine l'épicondyle latéral de l'humérus.

Les **muscles antérieurs qui assurent les mouvements de la cuisse** au niveau de la hanche ont un rôle de flexion et de rotation externe de la hanche.
Les **muscles postérieurs** permettent l'extension, l'abduction, et certains d'entre eux, la rotation de la hanche.

Iliaque.	• : Fosse iliaque.	I : Petit trochanter du fémur.
Grand psoas.	• : Corps et processus transverses des vertèbres lombaires.	I : Petit trochanter du fémur.
Grand fessier.	• : Crête iliaque, sacrum, coccyx et aponévrose de la région lombaire.	I : Extrémité supérieure de la ligne âpre et tractus ilio-tibial.
Moyen fessier.	• : face glutéale de l'ilium.	I : grand trochanter du fémur.
Petit fessier.	• : face glutéale de l'ilium.	I : grand trochanter du fémur.
Tenseur du fascia lata.	O : face glutéale de l'ilium et crête iliaque.	I : tractus ilio-tibial.

Mes **muscles médiaux qui assurent les mouvements de la cuisse** à partir de la hanche ont tous un rôle d'adduction de la cuisse.

Gracile.	• : Pubis et ischium.	I : Partie supérieure de la face médiale du tibia.
Pectiné.	• : pecten du pubis.	I : Sous le petit trochanter du fémur.
Long adducteur.	• : Pubis.	I : Ligne âpre. I
Court adducteur.	• : Pubis.	: Ligne âpre.
Grand adducteur.	• : branche inférieure ischio-pubienne.	I : Ligne âpre et épicondyle médial du fémur.

Les **muscles de la cuisse qui assurent e mouvement de la jambe** comprennent le groupe des muscles antérieurs qui assurent essentiellement l'extension de la jambe au niveau du genou (Sauf le sartorius qui a un rôle de flexion de la cuisse et de la jambe) , et les muscles postérieurs qui assurent 'extension de la cuisse au niveau de la hanche et la flexion de la jambe au niveau du genou.

Sartorius.	• : Epine iliaque antéro-supérieure.	I : Face médiale du tibia.
Droit fémoral.	• : Epine iliaque antéro-inférieure.	I : base du patella.
Vaste latéral.	• : Grand trochanter et ligne âpre.	I : Tendon se fixant sur la base de la patella.
Vaste médial.	• : Ligne âpre.	I : Tendon se fixant sur la base de la patella.
Vaste intermédiaire.	• : Faces antérieure et latérale du fémur.	I : Tendon se fixant sur la base de la patella.
Biceps fémoral.	• : Tubérosité ischiatique ligne âpre.	; I : Tête de la fibula et tubérosité latérale du tibia.
Semi-tendineux.	• : Tubérosité ischiatique.	I : partie supérieure du corps du tibia.
Semi-membraneux.	• : Tubérosité ischiatique.	I : Condyle médial du tibia.

Les **muscles de la jambe qui assurent les mouvements de la cheville, du pied et des orteils** sont classés en (I) groupe antérieur (comprenant le tibial antérieur) qui assure la dorsiflexion du pied et de l'extension des doigts, (2) groupe latéral (les muscles du péroné) qui permet la dorsiflexion et l'éversion, et (3) groupe postérieur (incluant le gastrocnémien et le soléaire) qui permet la flexion plantaire du pied et des orteils. Quelques uns sont mentionnés ci-dessous.

Tibial antérieur.	• / condyle latéral du tibia.	I : Cunéiforme médial et premier métatarsien.
Gastrocnémien.	• : Epicondyle latéral et médial du fémur.	I : Calcanéum.
Soléaire.	• : face postérieure du tibia et de la fibula.	I : Calcanéum.

• **SAVOIR !**

Pour chaque muscle :

- -L'origine.
- -L'insertion.
- -L'action.

Exercices.

1. Une des muscles fléchisseurs de l'articulation de l'épaule est (a) l'infra-épineux ; (b) le trapèze ; (c) le grand pectoral ; (d) le grand rond.
2. Lequel de ces muscles n'est pas rattaché à l'humérus, (a) L'infra épineux ; (b) le biceps brachial ; (c) le brachial, (d) le grand pectoral.
3. Parmi les quadriceps du fémur, lequel se contracte de l'articulation du genou à la hanche, (a) Droit fémoral ; (b) vaste médial ; (c) vaste intermédiaire ; (d) vaste latéral.
4. Lequel de ces muscles n'a pas d'attache au niveau de la cage thoracique, (a) Dentelé antérieur ; (b) droit de l'abdomen ; c) grand pectoral ; (d) grand dorsal.
5. Parmi les caractéristiques suivantes, laquelle n'est pas utilisée dans la terminologie musculaire, (a) Localisation ; (b) action ; (c) forme ; (d) attachement ; (e) force de contraction.
6. Le muscle : (a) buccinateur ; (b) temporal ; (c) mentonnier ; (d) zygomatique ; (e) orbiculaire de l'œil, est un muscle de la mastication.

Solutions

1. c
2. c
3. a
4. d
5. e
6. b

Chapitre 9

Le tissu nerveux.

- **Le système nerveux.**
- **Les neurones et la névroglie.**
- **La physiologie de la conduction nerveuse.**
- **La synapse et la transmission synaptique.**
- **Exercices et corrigés.**

Le système nerveux.

Les deux grandes divisions structurales du système nerveux sont le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP). Le SNC comprend l'encéphale et la moelle épinière. Le SNP comprend les nerfs crâniens qui partent de l'encéphale et la moelle épinière. Le SNP comprend les nerfs crâniens qui partent de l'encéphale et les nerfs rachidiens qui partent de la moelle épinière. On trouve en plus dans le SNP des ganglions qui sont des amas de corps cellulaires de neurones et des plexus qui sont des réseaux de nerfs.

Le Système nerveux autonome (SNA) est une division fonctionnelle du système nerveux. Le SNA comporte des centres de contrôle dans l'encéphale et des nerfs périphériques qui sont les voies de conduction des influx nerveux autonomes. Les activités du corps sont accélérées ou ralenties par le fonctionnement automatique du SNA.

- **NOTER.**

Les fonctions du système nerveux.

- Répondre aux stimuli externes et internes.
- Conduire les influx nerveux qui arrivent au SNC et ceux qui en partent.
- Assurer l'interprétation des messages nerveux au niveau du cortex cérébral.
- Intégrer les expériences par les fonctions de mémoire et d'apprentissage.
- Provoquer la sécrétion des glandes et la contraction musculaire.
- Programmer les comportements instinctifs.

Les neurones et la névroglie.

Définition : Les neurones sont des cellules nerveuses que l'on trouve dans le SNC et le SNP. Bien qu'ils varient considérablement par leur forme et leur taille, les neurones sont composés en général d'un corps cellulaire, de dendrites, et d'un axone. (Figure 9.1)

L'extrémité légèrement élargie des ramifications de l'axone est la terminaison axonale qui contient les vésicules synaptiques qui produisent les neurotransmetteurs et les secrètent dans la fente synaptique.

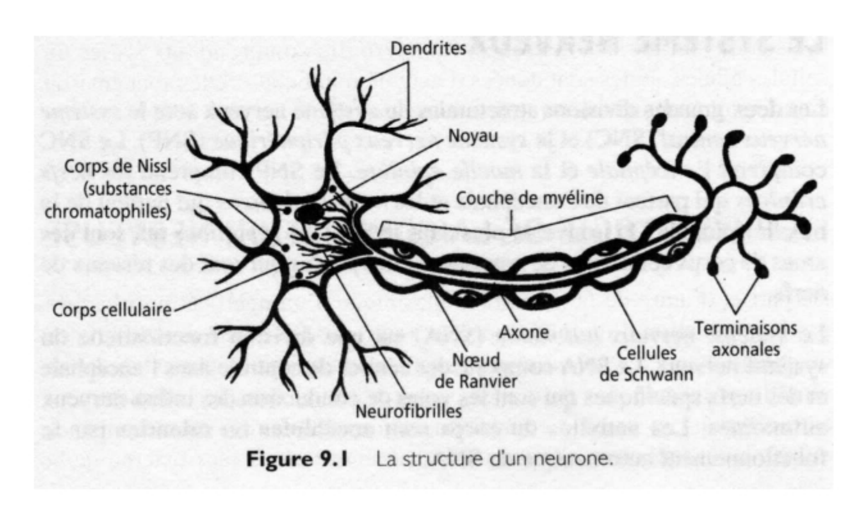


Figure 9.1 La structure d'un neurone.

- **SAVOIR.**

Les différents types de neurones.

- Les neurones sensoriels : conduisent les influx nerveux jusqu'au SNC.
-Sensoriels somatiques : conduisent les influx qui proviennent des récepteurs de la peau, des os, des muscles et des articulations.
-Sensoriels viscéraux : conduisent les influx qui proviennent des viscères.

- Les neurones moteurs : conduisent les influx en provenance du SNC.
-Somatiques moteurs : innervent les muscles squelettiques.
-Viscéraux moteurs (autonomes moteurs) : innervent le muscle cardiaque, les muscles lisses et les glandes.

- Les neurones d'association (interneurones) : conduisent les influx des neurones sensoriels aux neurones moteurs.

La myéline est une couche isolante de nature lipidique qui entoure l'axone de nombreux neurones. Cette couche est produite par des cellules spécialisées de la névroglie. Dans la SNP, la gaine de myéline est formée de segments séparés par de petits intervalles (les nœuds de Ranvier). La myéline assure l'association des fibres nerveuses qu'elles entourent et permet d'accélérer la conduction de l'influx le long de l'axone.

Les cellules gliales sont des cellules spécialisées qui forment la névroglie, le tissu de soutien des neurones. La névroglie comprend six sortes de cellules gliales, toutes sont douées d'activité mitotique et elles sont environ cinq fois plus abondantes que les neurones.

La physiologie de la conduction nerveuse.

De part et d'autres de la membrane plasmique d'un neurone qui n'assure pas la conduction d'un influx nerveux (au repos) , il existe une différence de potentiel , appelé potentiel de repos. Ce potentiel de repos est dû à une répartition inégale des particules chargées (ions) dans le compartiment extracellulaire et dans le compartiment intracellulaire. Les mécanismes qui génèrent une charge nette positive au niveau de la face externe de la membrane et une charge nette négative au niveau de la face interne, sont les suivants :

1. Par transport actif, une pompe à sodium potassium assure l'expulsion de trois ions sodium (Na^+) en dehors de la cellule contre deux ions potassium (K^+) qu'elle fait pénétrer dans la cellule.
2. De plus, la membrane plasmique est plus perméable au (K^+) qu'au (Na^+) , de telle sorte que le (K^+) accumulé dans la cellule diffuse vers l'extérieur plus rapidement que le (Na^+), plus concentré à l'extérieur, ne diffuse vers l'intérieur de la cellule.
3. De par sa nature chimique, la membrane plasmique est imperméable aux anions (chargés négativement) de grosses tailles qui sont présents à l'intérieur du neurone. Il y a donc moins de particules chargées négativement que de particules chargées positivement qui sortent de la cellule.

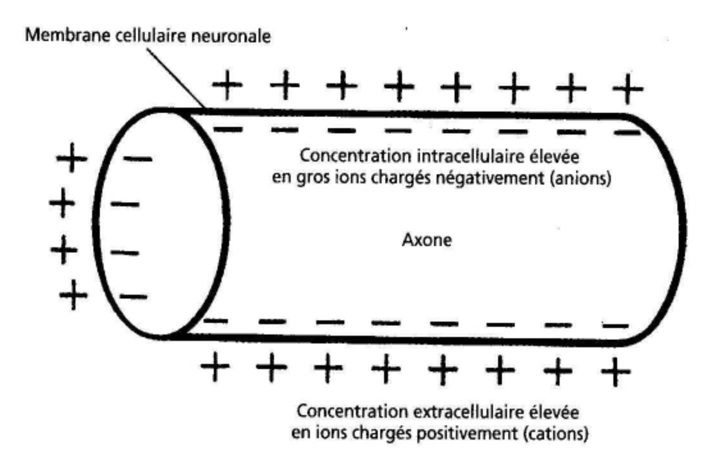


Figure 9.2 La répartition des charges sur un segment d'axone.

L'information portée par un influx nerveux est transmise d'un point à un autre de l'organisme par la variation brutale du potentiel de repos qui se propage le long de la membrane neuronale. Cette perturbation qui 'se déplacent' est un potentiel d'action et se déroule de la façon suivante :

1. N'importe quel stimulus, électrique, mécanique ou chimique, appliqué en un point de la membrane neuronale, est suffisant pour modifier le potentiel au repos.
2. Au point de stimulation, la perméabilité membranaire aux ions sodium (Na^+) augmente.
3. (Na^+) traverse rapidement la membrane et pénètre dans la cellule : localement la membrane est dépolarisée (potentiel membranaire= O).
4. L'entrée de (Na^+) dans la cellule se poursuit ; l'intérieur de la cellule devient chargé positivement par rapport à l'extérieur (inversion du potentiel membranaire).
5. L'inversion du potentiel membranaire au point de stimulation produit un courant local qui stimule la région adjacente de la membrane.
6. Au point de stimulation initiale, la perméabilité membranaire au sodium diminue et la perméabilité à (K^+) augmente.
7. (K^+) sort rapidement de la cellule et rétablit une charge nette positive à l'extérieur de la cellule par rapport à l'intérieur (repolarisation).
8. Les pompes à sodium et à potassium font ressortir le (Na^+) et rentrer (K^+). Le cycle se répète et se propage de cette façon le long de la membrane neuronale.

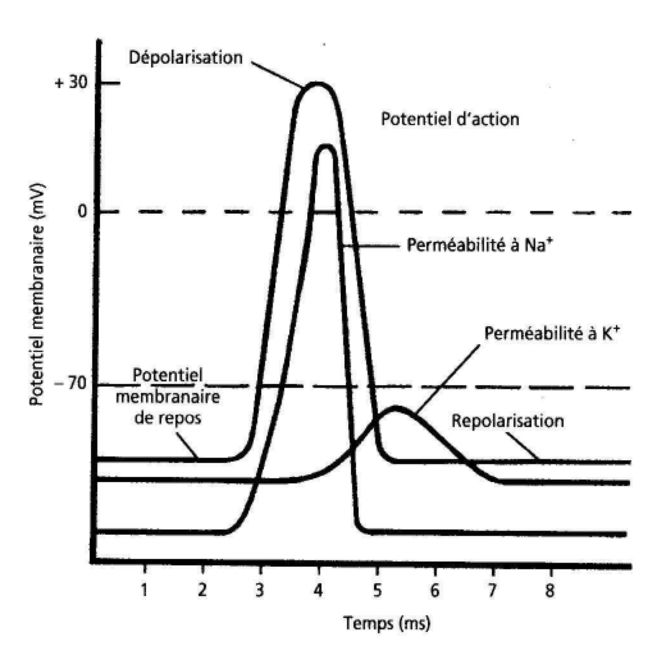


Figure 9.3 Un potentiel d'action.

Un potentiel d'action n'est produit qu'en réponse à un seuil de stimulation. Le potentiel de repos membranaire est d'environ-70mV. Si un stimulus permet d'augmenter le potentiel à une valeur de -55mV, un potentiel seuil est atteint et un cycle complet de dépolarisation, puis de repolarisation se produit et un potentiel d'action est généré (voir figure9.3).

• **SAVOIR.**

La loi du tout ou rien.
Un stimulus liminaire provoque une réponse maximale et un stimulus infraliminaire n'entraine pas de réponse.

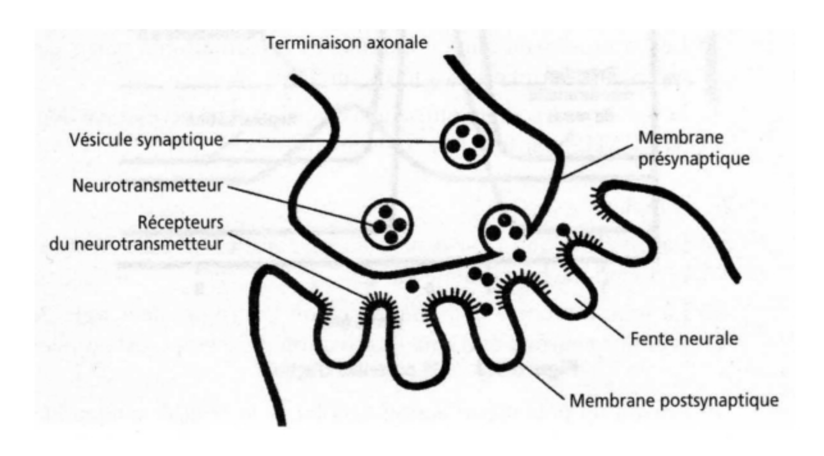
La synapse et la transmission synaptique.

Définition : une synapse est une jonction spécialisée à travers laquelle l'influx nerveux est transmis d'un neurone à l'autre (transmission synaptique) via des messagers chimiques, les neurotransmetteurs.

La transmission synaptique est schématisée sur la figure 9 et décrite ci dessous.

1. Un potentiel d'action atteint la terminaison axonale.
2. L'influx de calcium (Ca^{+}), provoque la fusion des vésicules synaptiques contenant le neurotransmetteur, à la membrane présynaptique.
3. Le neurotransmetteur est libéré par exocytose dans la fente synaptique.
4. Le neurotransmetteur diffuse à travers l'espace synaptique jusqu'à la membrane postsynaptique et se lie aux récepteurs spécifiques situés sur cette membrane.
5. La perméabilité de la membrane postsynaptique est modifiée, ce qui génère un influx au niveau du cours postsynaptique.
6. Le neurotransmetteur est éliminé de la synapse.

Les neurotransmetteurs excitateurs activent le neurone postsynaptique en générant des potentiels postsynaptiques excitateurs (PPSE). Les neurotransmetteurs inhibiteurs empêchent l'activation du neurone postsynaptique en générant des potentiels postsynaptiques inhibiteurs (PPSI).



La transmission synaptique 9.4

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) Le système nerveux contient uniquement deux types de cellules différentes.
b) Au niveau d'une fibre nerveuse polarisée, il ya une accumulation d'ions (Na^{+}) au niveau de la face externe de la membrane axonale.
c) Toutes les synapses sont inhibitrices.
d) La couche de myéline entoure les dendrites.
e) Les neurones moteurs conduisent l'information à partir des récepteurs périphériques jusqu'au SNC.
f) Les pompes à sodium utilisent la diffusion et ne nécessitent donc pas d'ATP pour leur fonctionnement.

2 Compléter :

a) La myéline que l'on trouve au niveau du système nerveux périphériques est produite par les…
b) La jonction entre les neurones ou l''activité électrique du premier neurone entraine l'activation du second , est appelée…
c) Lorsqu'un potentiel d'action dépolarise le bouton synaptique, de petites quantités de neurotransmetteurs sont libérés dans ….

Solutions

1

a) faux.
b) vrai.
c) faux.
d) faux.
e) faux.
f) faux.

2

(a) cellules de Schwann.
(b) synapse.
(c) fente synaptique.

Chapitre 10.

Le système nerveux central.

- **L'encéphale.**
- **Les méninges.**
- **La barrière hémato-encéphalique.**
- **Les neurotransmetteurs.**
- **La moelle épinière.**
- **Exercices corrigés.**

Le système nerveux central (SNC) comprend l'encéphale et la moelle épinière. Les fonctions du SNC incluent l'orientation et la coordination du corps, l'intégration des expériences (apprentissage), et la programmation des comportements instinctifs. Le SNC est formée de substance blanche et de substance grise. La substance grise est constituée des corps cellulaires des neurones et de dendrites ou d'axones non myélinisés et de névroglie. Elle forme le cortex cérébral et le cortex cérébelleux de l'encéphale et la région centrale de la moelle épinière. La substance blanche, présente dans le SNC, est constituée d'agrégats d'axones myélinisés et forme des faisceaux nerveux.

L'encéphale.

L'encéphale est divisé en cinq régions, certaines d'entre elles comprenant de nombreuses structures.

Région de l'encéphale.	Structures.
Télencéphale.	Hémisphères cérébraux (cerveau).
Diencéphale.	Thalamus, hypothalamus, hypophyse.
Mésencéphale.	Colliculi (tubercules quadrijumeaux) supérieurs et inférieurs, pédoncules cérébraux.
Métencéphale.	Cervelet et pont.
Myélencéphale.	Moelle allongée (bulbe rachidien).

Le télencéphale-Les hémisphères cérébraux.

Les deux hémisphères cérébraux, dont la surface est plissée, sont divisés en cinq lobes. Les hémisphères sont reliés par le corps calleux. Le cerveau est responsable des fonctions supérieures comme la perception des influx sensoriels, la programmation des mouvements volontaires, la mémoire, la pensée et le raisonnement. La surface externe, le cortex cérébral, est constitué de substance grise forme de replis. Les saisies sont appelées circonvolutions ou gyri (au singulier gyrus) et les sillons sont appelés sulci (au singulier, sulcus). Ces replis augmentent considérablement la surface occupée par la substance grise. Au dessous du cortex cérébral, se trouve une couche épaisse de substance blanche cérébrale.

Le diencéphale.

Le diencéphale est une région autonome importante du cerveau antérieur, presque entièrement recouverte par les hémisphères cérébraux. Elle comprend :

Le thalamus. Le thalamus est un organe pair situé juste au dessous du ventricule latéral. Il est le relais de tous les influx sensoriels, sauf ceux de l'odorat, vers le cortex cérébral.
L'hypothalamus. L'hypothalamus comporte plusieurs noyaux interconnectés à d'autres régions de l'encéphale. La plupart des fonctions qu'il assure sont liées à la régulation des activités viscérales incluant la régulation cardio-vasculaire, la régulation de la température corporelle, l'équilibre de l'eau et des électrolytes, les activités gastro intestinales et la faim, le sommeil et l'état de veille, la réponse sexuelle, les émotions et le contrôle des fonctions endocrine par la stimulation de l'adénohypophyse.
L'épithalamus. La glande pinéale émerge de l'épithalamus. Elle secrète une hormone, la mélatonine, qui pourrait jouer un rôle dans le déclenchement de la puberté.
L'hypophyse (glande pituitaire). L'hypophyse comprend une région antérieure, l'adénohypophyse (antéhypophyse), et une région postérieure, la neurohypophyse. L'hypophyse est une glande endocrine.

- **SAVOIR ;**

Les cinq lobes cérébraux et leurs fonctions.

- Le lobe frontal : contrôle volontaire des muscles squelettiques ;
Personnalité ; processus intellectuels, communication verbale.
- Le lobe pariétal : sensations cutanées et musculaires ; compréhension et élaboration des mots.
- Le lobe temporal : interprétation des sensations auditives ; mémoire auditive et visuelle.
- Le lobe occipital : vision consciente ; intégration des mouvements aux stimuli visuels ; interprétation des stimuli visuels en les comparant aux expériences visuelles passées.
- Le lobe insulaire : mémoire ; intégration des autres activités cérébrales.

Le mésencéphale.

Le mésencéphale, ou cerveau moyen, situé entre le diencéphale et le pont, est un court segment du tronc cérébral. Il comprend les colliculi (tubercules quadrijumeaux) supérieurs qui participent aux reflexes visuels, les colliculi inférieurs, qui sont un relais sur les voies auditives, et les pédoncules cérébraux contenant des fibres sensorielles et motrices.

Le métencéphale.

Le métencéphale comprend :

- **Le pont.** Le pont est composé de neurofibres qui relaient les influx nerveux d'une région à une autre de l'encéphale. De nombreux nerfs crâniens prennent naissance à ce niveau. Le centre apneustique et le centre pneumotaxique, impliqués dans la régulation de la fréquence respiratoire, sont situés dans le pont.
- **Le cervelet.** Le cervelet est constitué de deux hémisphères et est responsable de la coagulation involontaire des contractions des muscles squelettiques en réponse aux stimuli provenant des propriocepteurs des muscles, des tendons, des articulations et des organes sensoriels.

Le myélencéphale- la moelle allongée.

La moelle allongée (bulbe rachidien) est rattachée à la moelle épinière et constitue la partie la plus volumineuse du tronc cérébral. Ce dernier est constitué principalement de faisceaux de substance blanche qui relie la moelle épinière et l'encéphale. Les trois régions qui contrôlent les fonctions autonomes sont ; le centre cardiaque, d'où partent des fibres inhibitrices et accélératrices qui innervent le cœur ; le centre vasomoteur, qui est responsable de la contraction des muscles lisses des artérioles ; et les centres respiratoires , qui contrôlent la fréquence et l' amplitude de la respiration.

Les ventricules cérébraux.

Les ventricules forment un ensemble de cavités qui sont reliées les unes aux autres et au canal central (canal de l'épendyme) de la moelle épinière.

- **SAVOIR.**

Les ventricules latéraux : un ventricule dans chaque hémisphère cérébral.
Le troisième ventricule : situé dans le diencéphale.
Le quatrième ventricule : situé dans le tronc cérébral.

Les méninges.

Les méninges sont trois membranes de tissu conjonctif qui recouvrent entièrement le SNC.

De l'extérieur vers l'intérieur, les trois méninges sont : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie mère.

Au niveau rachidien, la dure mère est une couche résistante, tubulaire qui entoure la moelle épinière. L'espace subdural est une région vascularisée entre la dure mère et le canal vertébral. L'anesthésie épidurale est réalisée par injection d'anesthésique dans cet espace. La cavité subarachnoïdienne est située entre l'arachnoïde et la pie mère. Elle contient le liquide céphalorachidien. Le liquide céphalorachidien (LCR) est un liquide clair produit continuellement par le transport actif de substances à partir du plasma sanguin par les plexus choroïdes qui sont des capillaires spécialisés du toit de chaque ventricule. Le LCR constitue un coussin protecteur du SNC ; il amortit les chocs au niveau de l'encéphale. Le LCR circule dans les ventricules cérébraux et dans la cavité subarachnoïdienne.

La barrière hémato-encéphalique.

La barrière hémato-encéphalique(BHE) est assurée par une modification de la structure des capillaires qui entourent le tissu conjonctif et par les prolongements vasculaires des astrocytes (cellules de la névroglie du SNC). La BHE permet le passage sélectif de substances du plasma sanguin vers le liquide extracellulaire de l'encéphale. Des composés de structure lipophile, ainsi que H_2O, O_2 , CO_2 , et le glucose peuvent traverser facilement la BHE. Il en est de même pour certains composés chimiques comme l'alcool, la nicotine, et les anesthésiques. Les ions inorganiques traversent cette barrière beaucoup plus lentement et le passage d'autres substances, comme les grosses protéines, les lipides certaines toxines et la plupart des antibiotiques, est restreint.

Les neurotransmetteurs.

On dénombre plus de 200 Les neurotransmetteurs synthétisés et secrétés par les neurones de l'encéphale. Les plus importants sont listés ci-après.

Neurotransmetteur.	Fonction.
Acétylcholine.	Transmet l'influx à travers les synapses.
Adrénaline (épinéphrine) Noradrénaline (norépinéphrine).	Agit sur le réveil et maintient l'état de vigilance.
Dopamine.	Régulation de la fonction motrice.
Acide gamma-amino butyrique (GABA)	Coordination motrice par l'inhibition du fonctionnement de certains neurones.
Enképhalines, endorphines.	Inhibent la perception et la transmission de la douleur.

La moelle épinière.

La moelle épinière (rachis) passe dans le canal vertébralde la colonne vertébrale et s'étend jusqu'à la première vertèbre lombaire (L1). Elle est en continuité avec l'encéphale au niveau du foramen magnum du crâne. La partie centrale de la moelle épinière, qui joue un rôle dans les réflexes, est constituée de substance grise. En périphérie, la moelle épinière est constituée de faisceaux ascendants de substance blanche conduisant les influx nerveux vers l'encéphale et des faisceaux descendants conduisant les influx qui en partent. Trente et une paire de nerfs rachidiens partent de la moelle épinière. En coupe transversale, la substance grisesprésente quatre cornes (figure 10.1).

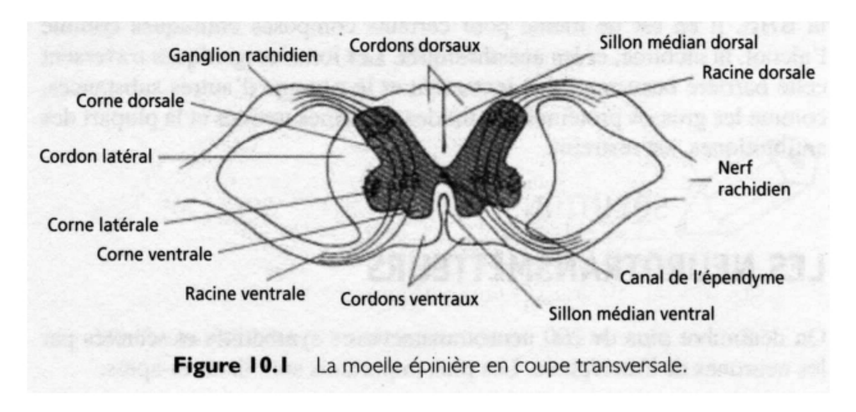


Figure 10.1 La moelle épinière en coupe transversale.

Les axones des fibres sensitives qui arrivent à la moelle épinière se terminent par des cornes dorsales (postérieures) ; les cornes ventrales (antérieures) contiennent les dendrites et les corps cellulaires des neurones moteurs. Au niveau thoracique et lombaire, la moelle présente des cornes latérales, qui contiennent des neurones moteurs du système sympathique dont les axones quittent la moelle épinière par sa racine ventrale. La substance blanche est composée exclusivement de fibres myélinisées qui forment des faisceaux nerveux. La substance blanche est divisée en trois régions : le cordon dorsal, le cordon latéral et le cordon ventral.

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) La glande pinéale, l'hypothalamus et l'hypophyse ont des fonctions neuroendocriniennes.
b) Le thalamus est un centre de relais important de tous les influx sensoriels (sauf ceux de l'olfaction) qui sont conduits jusqu'au cerveau.
c) Les ventricules cérébraux sont pairs, sauf le cinquième.
d) Les cornes dorsales de la moelle épinière contiennent uniquement des neurones moteurs. Les neurones moteurs conduisent l'information à partir des récepteurs périphériques jusqu'au SNC.

2 **Compléter :**

a) … est le méninge le plus proche de l'encéphale.
b) … sont des cellules de a névroglie qui font partie de la barrière hémato-encéphalique.
c) La moelle épinière se termine au niveau de…

Solutions

1

a) vrai.
b) vrai.
c) faux.
d) faux.

2

(a) la pie mère.
(b) les astrocytes.
(c) la première vertèbre lombaire, L.1.

Chapitre 11.

Le système nerveux périphérique.

- **L'organisation du système nerveux périphérique.**
- **Les nerfs crâniens.**
- **Les nerfs rachidiens.**
- **L'arc reflexe.**
- **Le système nerveux autonome.**
- **Exercices corrigés.**

Le système nerveux périphérique (SNP) est constitué des nerfs crâniens qui partent de l'encéphale, et des nerfs rachidiens qui partent de la moelle osseuse. Le SNP comprend deux subdivisions fonctionnelles. Le système nerveux somatique et le système nerveux autonome (SNA)

Tableau 11.1. Comparaison du système nerveux autonome et du système nerveux somatique.

Somatique.	Autonome.
Régulation consciente et volontaire.	Fonctions non conscientes (involontaires).
Les fibres provenant du SNC ne forment pas de synapse intermédiaire (un seul neurone du SNC à l'effecteur).	Les fibres provenant du SNC font synapse dans un ganglion (chaines de deux neurones).
Innervation des muscles squelettiques, effet toujours stimulateur.	Innervation des muscles lisses, du muscle cardiaque et des glandes ; effets inhibiteur ou stimulateur.

Les nerfs crâniens.

Les nerfs crâniens s'innervent la tête, le cou et le tronc. La plupart sont des nerfs mites, certains contiennent uniquement des fibres sensitives et d'autre uniquement des fibres motrices (tableau 11.2). La nomenclature des nerfs crâniens est basée sur leurs fonctions principales ou les structures qu'ils desservent. Les nerfs crâniens sont également numérotés par un chiffre romain de l'avant vers l'arrière.

(Tableau 11.2). Les nerfs crâniens selon sur leurs fonctions.

Nerfs craniens.	**Trajet.**	**Fonction.**
Fonction sensorielle uniquement.		
1) Olfactif	Part de l'épithélium olfactif.	Odorat.
2) Optique.	Part de la rétine.	Vision.
8) Cochléo-vestibulaire.	Part des organes de l'ouïe et de l'équilibre.	Audition ; équilibre et posture.
Fonction essentiellement motrice (fonction proprioceptive également)		
3) Oculomoteur.	Innerve : -Quatre des muscles oculaires : muscles droits inférieur, supérieur et médial et muscle oblique inférieur. -Muscle releveur de la paupière. -Muscle irien et muscle ciliaire. Fibres afférentes.	Mouvement de l'œil. Mouvement de la paupière. Constriction et dilatation de la pupille ; accommodation. Sensibilité kinésique.
4) Trochléaire.	Arrive et part du muscle oblique supérieur.	Mouvement de l'œil ; Sensibilité kinesthésique.
6) Abducens (moteur oculaire externe).	Arrive et part du muscle droit latéral.	Mouvement de l'œil ; Sensibilité kinesthésique.
11) Accessoire.	Arrive et part des muscles du cou : Trapèze et sterno-cléido-mastoïdien.	Mouvement de la tête et des épaules ; Sensibilité kinesthésique.
12) Hypoglosse.	Arrive et part des muscles de la langue.	Parole, déglutition ; Sensibilité kinesthésique.
Nerfs mixtes (formés de fibres nerveuses et de fibres motrices.		
5) Trijumeaux.		
- 1) Ophtalmique.	**Fibres sensitives** provenant de la cornée, de la peau du 1/3 supérieur du visage, de la partie supérieure de la muqueuse nasale.	Sensations perçues au niveau de la peau du visage.
-2) maxillaire	**Fibres sensitives** provenant du 1/3 moyen du visage, des dents et de la gencive supérieure, des	Sensations perçues au niveau de la peau du visage.

	parties latérale et inférieure de la muqueuse nasale.	
- 3) Mandibulaire.	**Fibres sensitives** provenant du 1/3 inférieur du visage, des dents et de la gencive inférieure, de la muqueuse buccale, des 2/3 antérieurs de la langue. **Fibres motrices** vers les muscles de la mastication.	Sensations perçues au niveau la peau du visage. Mastication.
- 7) Nerf facial.	**Fibres sensitives** provenant des bourgeons du goût. **Fibres motrices** vers les muscles faciaux, la glande lacrymale et les glandes orales.	Gout. Mouvement du visage ; Sécrétion de la salive et des larmes.
Nerfs mixtes (formés de fibres sensitives et de fibres motrices)		
- 9) Glosso pharyngien.	**Fibres sensitives** qui partent des muscles pharyngiens et des bourgeons du gout. **Fibres motrices** vers les muscles pharyngiens et les glandes orales.	Gout, sensibilité kinesthésique Déglutition, sécrétion de la salive.
- 10) Vague.	**Fibres sensitives** des viscères et des bourgeons du gout du pharynx. **Fibres motrices** vers les muscles pharyngiens et les glandes orales.	Sensations viscérales. Gout. Muscles des viscères et des glandes.

Les nerfs rachidiens.

Il y a 31 paires de nerfs rachidiens ; 8 paires de nerfs cervicaux, 12 de nerfs thoraciques, 5 de nerfs lombaires, 5 de nerfs sacrés et 1 de nerfs coccygiens. La première paire de nerfs cervicaux (C1) émerge entre l'os occipital du crâne et la première vertèbre cervicale (l'atlas). Les autres paires de nerfs rachidiens quittent la moelle épinière et le canal rachidien par les foramen intervertébraux (trou de conjugaison). Les nerfs rachidiens sont des nerfs mixtes (constitués de fibres sensorielles et motrices) qui sont reliés à la moelle épinière par une racine dorsale (postérieure), sensorielle, et par une racine ventrale (antérieure), motrice. Les corps cellulaires des neurones sensitifs sont situés dans un ganglion au niveau de la racine dorsale, le ganglion de la racine dorsale (postérieure) du nerf rachidien. A la sortie de la moelle épinière les nerfs rachidiens se ramifient en branches ventrales et dorsales (figure 11.1).

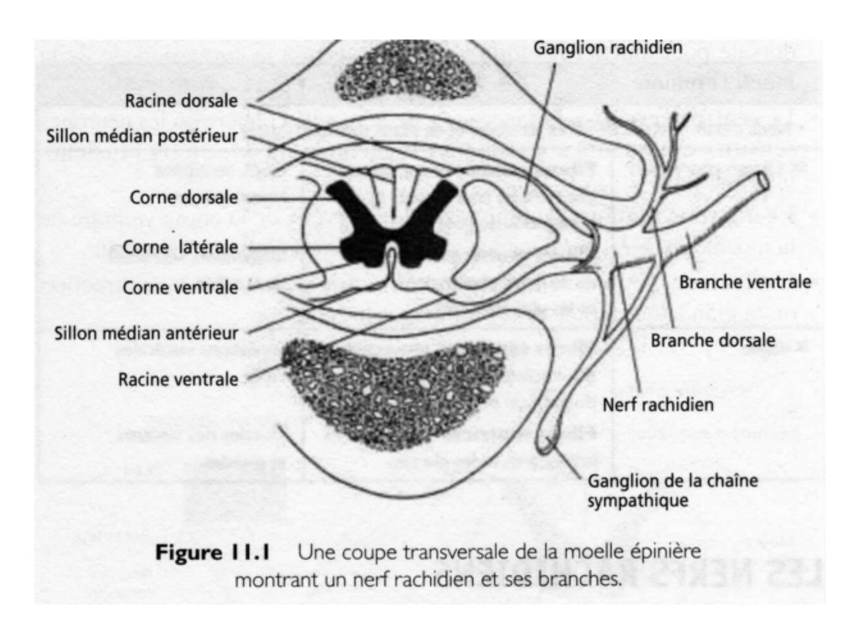


Figure 11.1 Une coupe transversale de la moelle épinière montrant un nerf rachidien et ses branches.

Les branches ventrales de différents nerfs rachidiens se combinent puis se ramifient à nouveau pour former des réseaux appelés plexus. Il existe quatre plexus formés par des nerfs rachidiens : le plexus cervical, le plexus brachial, le plexus lombaire et le plexus sacré (parfois appelé plexus lombo-sacré). Quelques uns des nerfs importants de ces plexus sont listés dans le tableau 11.3.

Tableau 11.3. Les plexus.

Nerfs.	**Plexus.**	**Région innervée.**
Phrénique.	Cervical.	Le diaphragme.
Musculo-cutané, cubital, médian, axillaire, et radial.	Brachial.	Les muscles de l'épaule et le membre supérieur.
Fémoral, obturateur, saphène.	Lombaire.	Certaines parties de la hanche et région inférieure de la jambe.
Sciatique.	Sacré.	Muscles postérieurs de la cuisse, muscles de la jambe.

L'arc reflexe.

Un arc réflexe nécessite cinq éléments. (Figure 11 .2).

Le récepteur. Terminaisons dendritiques d'un neurone sensoriel, situées dans la peau, au niveau d'un tendon ou d'une articulation, ou situées au niveau d'autres organes périphériques, qui répondent à des stimuli spécifiques.
Le neurone sensoriel. Part du récepteur et passe à travers la racine dorsale pour amener les influx sensitifs jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière.
Le centre nerveux. Substance grise de la moelle épinière ou les neurones sensitifs et moteurs s'articulent lentement ou via un ou plusieurs interneurones.
Le neurone moteur. Conduit les influx nerveux de la corne ventrale de la moelle épinière, par la racine ventrale, jusqu'à l'organe effecteur.
L'effecteur. Le muscle qui répond à l'influx moteur par la contraction ou la glande qui répond à cet influx par la sécrétion.

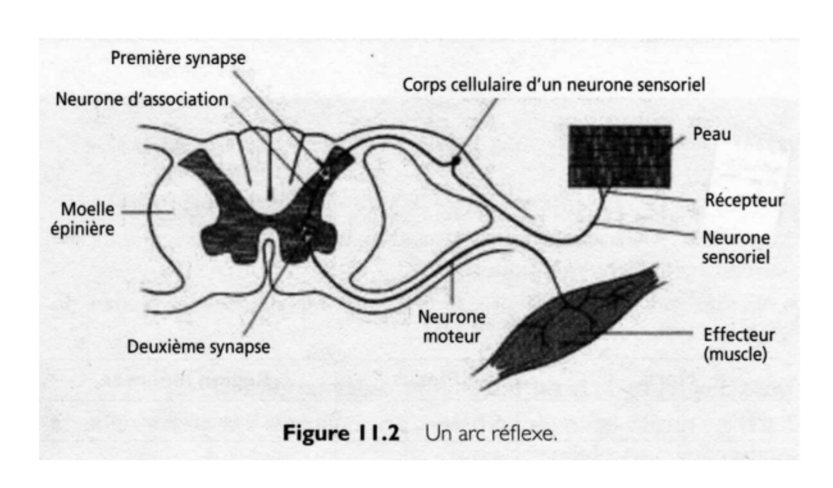


Figure 11.2 Un arc réflexe.

Le système nerveux autonome.

Le système nerveux autonome (SNA) assure le maintient de l'homéostasie. Il comprend le système sympathique et le système parasympathique. Ces deux systèmes sont comparés dans le tableau suivant.

Les fibres du SNA sont identifiés par le nom de neurotransmetteur qu'elles produisent au niveau de l'organe effecteur ; les fibres sympathiques sont dites adrénergiques et les fibres parasympathiques, cholinergiques. Il existe des fibres sympathiques cholinergiques qui innervent les glandes sudoripares, certains vaisseaux des muscles squelettiques, les organes génitaux externes et la médullosurrénale.

	Sympathique.	**Parasympathique.**
Origine des fibres préganglionnaires.	Nerfs thoraciques et lombaires.	Nerfs crâniens et sacrés.
Situation des ganglions.	Eloignés des organes effecteurs viscéraux ; dans la chaine sympathique ou ganglions prévertébraux.	A l'intérieur ou a proximité des viscères.
Neurotransmetteurs.	Acétylcholine au niveau des ganglions ; noradrénaline au niveau des organes effecteurs.	Acétylcholine au niveau des ganglions ; Acétylcholine au niveau des organes effecteurs.

• **NOTER.**

Les récepteurs de l'acétylcholine (cholinergiques) :

-Muscariniques ; situés sur la cellule effectrice innervée par un neurone cholinergique.
-Nicotiniques ; situés au niveau des ganglions des deux systèmes du SNA.

Les récepteurs de la noradrénaline (adrénergiques) :

-Alpha1 : au niveau des muscles lisses ; provoquent la vasoconstriction, la contraction musculaire.
-Alpha2 : au niveau de la terminaison axonale des neurones adrénergiques post ganglionnaires ; la noradrénaline contrôle sa propre libération par feedback négatif.
-Béta1 : au niveau du cœur ; modifient la fréquence et la force des contractions.
-Béta2 : au niveau des muscles lisses ; provoquent la vasodilatation, le relâchement musculaire.

La plupart des organes viscéraux sont innervés à la fois par des fibres sympathiques et par des fibres parasympathiques. Les unes sont stimulatrices alors que les autres sont inhibitrices. La stimulation du système sympathique permet les réactions de fuite ou de lutte alors que celles du système parasympathique entraine des réponses de détente et permet la digestion.

- **Les neurofibres sympathiques** augmentent la fréquence et la force des contractions cardiaques, augmentent la pression sanguine, dilatent les bronchioles, stimulent les glandes sudoripares, augmentent le taux de glucose sanguin et diminuent l'activité digestive.
- **Les neurofibres parasympathiques** diminuent la fréquence cardiaque, provoquent la constriction des bronchioles, augment l'activité digestive, diminuent le taux de glucose sanguin, stimulent la contraction de la vessie et stimulent l'érection du pénis.

Exercices.

Compléter.

1. Le nerf crânien… innerve le muscle droit latéral.
2. le nerf… est une ramification du nerf trijumeau qui innerve la mâchoire inférieure et les dents, le 1/3 inférieur du visage, et la langue.
3. il y a …nerfs cervicaux,… nerfs thoraciques, nerfs lombaires, nerfs sacrés et…nerfs coccygiens.
4. les récepteurs …sont localisés dans les ganglions du système sympathique et du système parasympathique qui forment le système nerveux central.

Solutions

1. 6 Abducens (moteur oculaire externe).
2. Mandibulaire.
3. 8, 12, 5, 5, 1.
4. Nicotiniques.

Chapitre 12.

Les organes sensoriels.

- **Le gout.**
- **L'odorat.**
- **La structure et la fonction de l'œil.**
- **La structure et la fonction de l'oreille.**
- **Exercices et corrigés.**

Les organes sensoriels sont des extensions spécialisés du système nerveux qui contiennent des neurones sensoriels adaptés à des stimuli spécifiques, qui conduisent les influx nerveux jusqu'à l'encéphale. Les organes sensoriels sont spécifiques des stimuli auxquels ils répondent.

On distingue les sensations générales et les sensations spécifiques perçues par le corps . Les sensations générales sont perçues par les récepteurs cutanés du toucher situés au niveau de la peau (toucher, pression, chaud, froid et douleur). Les sensations spécifiques sont captées par des organes récepteurs complexes et transitent par les voies nerveuses associées à ces récepteurs. Les sens spécifiques sont : le gout, l'odorat, la vue, l'ouïe et l'équilibre.

Le gout.

Les récepteurs du gout sont situés dans les bourgeons du gout à la surface de la langue. Ils sont localisés dans des saillies qu'on appelle les papilles linguales (figure12.1).

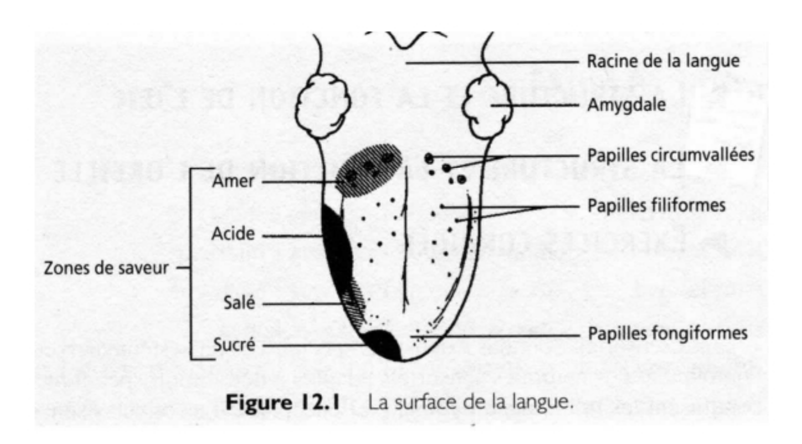


Figure 12.1 La surface de la langue.

On trouve également quelques bourgeons dans les membranes muqueuses du palais et du pharynx. Un bourgeon du gout contient un amas de 40 à 60 cellules gustatives, chacune innervée par un neurone sensitif, et un grand nombre de cellules de soutien. Les quatre saveurs fondamentales sont : le sucré (conféré par les sucres, les alcools, les aldéhydes) ; l'acide (conféré par les H+, libérés par tous les acides) ; l'amer (conféré par les alcaloïdes) et le salé (conféré par les anions des sels ionisables). Les fibres sensorielles qui partent de la langue et du pharynx se trouvent dans les nerfs suivants : le nerf facial (7) innerve les 2/3 antérieurs de la langue ; le nerf glosso-pharyngien (9) innerve le 1/3 postérieur et le nerf vague (10) innerve la région pharyngienne. Les sensations du gout sont transmises au tronc cérébral, transitent par le thalamus et arrivent au cortex cérébral ou à lieu le lieu de la perception du gout.

L'odorat.

Les récepteurs de l'odorat dont situés dans la muqueuse du cornet nasal supérieur. Comme les récepteurs du gout, les récepteurs de l'odorat sont des chémorécepteurs c'est-à-dire des neurones spécialisés qui répondent à des stimuli chimiques. Leur fonctionnement nécessite un certain degré d'hydratation et, pour stimuler les chémorécepteurs, les composés chimiques de l'air sont hydratés dans le mucus qui tapisse la partie supéro-latérale de la cavité nasale. Le nerf olfactif (1) conduit la plupart des influx sensoriels de l'odorat. Les sensations olfactives sont conduites par les fibres du nerf olfactif jusqu'aux régions olfactives du cortex cérébral ou ces sensations sont perçues.

La structure et la fonction de l'œil.

Les structures annexes de l'œil interviennent dans la protection ou les mouvements de l'œil. Ces structures sont ; l'orbite, les sourcils, les cils, l'appareil lacrymal et les muscles oculaires (responsables des mouvements de l'œil). Les sécrétions lacrymales et les larmes sont produites par les glandes lacrymales, s'écoulent dans le sac lacrymal par les canalicules lacrymaux, puis dans la cavité nasale par le conduit lacrymo-nasal.

• **Noter**

Les muscles qui assurent les mouvements de l'œil.

Droit supérieur : mouvement de l'œil vers le haut.
Droit médial : mouvement de l'œil vers l'intérieur.
Droit latéral : mouvement de l'œil vers l'extérieur.
Droit inférieur : mouvement de l'œil vers le bas.
Oblique supérieur : mouvement de l'œil vers l'extérieur et vers le bas.
Oblique inférieur : mouvement de l'œil vers l'extérieur et vers le haut.

La structure de l'œil.

La structure de l'œil est d'environ 25mm. Il est composé de trois tuniques (couches), du cristallin et de deux cavités principales (figure 12.2)

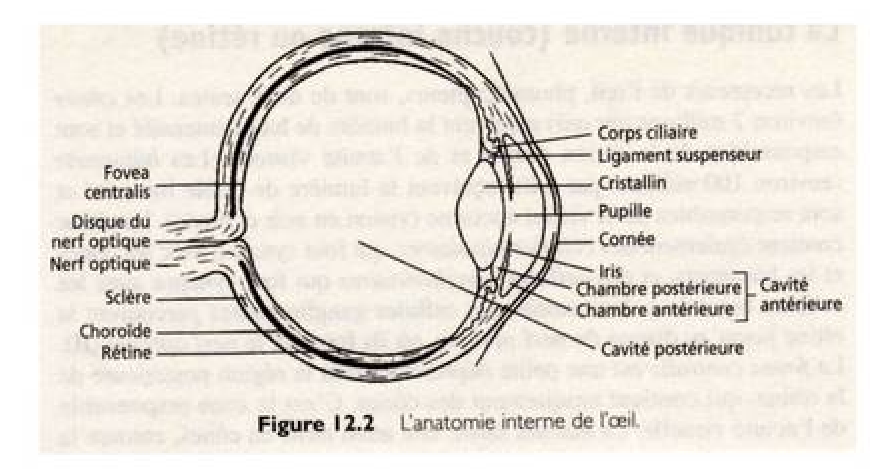


Figure 12.2 L'anatomie interne de l'œil.

La tunique fibreuse (couche externe).

La tunique fibreuse est composée de deux parties. La sclère est formée de tissu conjonctif dense régulier qui soutient et protège l'œil et qui constitue le point d'ancrage des muscles extrinsèques de l'œil. La cornée transparente forme la face antérieure de l'œil. Sa forme convexe permet la réfraction des rayons lumineux incidents.

La tunique vasculaire (couche moyenne).

La tunique vasculaire est composée de trois parties. La choroïde est une fine membrane très vascularisée qui approvisionne l'œil en nutriments et en oxygène, et qui absorbe la lumière et l'empêche d'être reflétée. Le corps ciliaire est la partie antérieure épaissie de la tunique vasculaire. Il contient des fibres musculaires lissent qui modifient la taille du cristallin. L'iris est la partie la plus antérieure de la tunique vasculaire et est composé d'un pigment (qui donne à l'œil sa couleur) et de muscles lisses organisés en rayons et en cercles qui font varier le diamètre et la pupille , l'ouverture centrale de l'iris.

La tunique interne (couche interne ou rétine).

Les récepteurs de l'œil, photorécepteurs, sont de deux sortes. Les cônes (environ 7 milliards par œil) reçoivent la lumière de haute intensité et sont responsables de la vision diurne et de l'acuité visuelle. Les bâtonnets (environ 100 milliards par œil) reçoivent la lumière de faible intensité et sont responsables de la vision nocturne (vision en noir et blanc). La rétine contient également des cellules bipolaires, qui font synapse avec les cônes et les bâtonnets, et les cellules ganglionnaires qui font synapse avec les cellules bipolaires. Les axones des cellules ganglionnaires parcourent la rétine jusqu'au disque du nerf optique, ou ils forment le nerf optique (2). La fovéa centralis est une petite dépression dans la région postérieure de la rétine, qui contient uniquement des cônes. C'est la zone responsable de l'acuité visuelle. La macula lutea, elle aussi riche en cônes, entoure la fovéa centralis.

Le cristallin.

Les cristallin est une structure transparente, biconvexe et composée de protéines accolées les unes aux autres. Il est enveloppé dans une capsule et maintenu en place par le ligament suspenseur qui le relie au corps ciliaire. Le cristallin réalise la convergence des rayons lumineux pour la vision éloignée et la vision rapprochée.

Les cavités de l'œil.

Le cristallin divise l'œil en deux cavités ; la cavité antérieure et la cavité postérieure (chambre vitrée). La cavité antérieure est elle-même subdivisée par l'iris en deux chambres postérieure et antérieure. La cavité antérieure contient un fluide aqueux, l'humeur aqueuse. La cavité postérieure contient une substance transparente, gélatineuse, appelée humeur vitrée.

Attention!

Ne confondez pas les chambres antérieure et postérieure et les cavités antérieure et postérieure ! Les chambres sont des subdivisions de la cavité antérieure.

La vision.

Le champ visuel est la région perçue visuellement. Il existe trois champs visuels : le champ maculaire, ou l'acuité visuelle est maximale, le champ binoculaire, la région vue par les deux yeux, mais aussi avec une précision moindre et le champ monoculaire, la région visualisée par un œil mais pas par un autre.

Le trajet nerveux des stimuli visuels est le suivant ; les rayons lumineux frappent les photorécepteurs sur la rétine et provoquent la conduction d'influx nerveux le long du nerf optique jusqu'au chiasma optique. Après le chiasma optique, les fibres du nerf optique forment la bandelette optique, qui conduit les influx jusqu'aux aires visuelles situées sous les lobes cérébraux occipitaux.

Pour qu'il y ait convergence de l'image sur la rétine, plus l'objet est distant et plus le cristallin doit être aplati. L'accommodation correspond aux ajustements de la taille du cristallin, réalisés par les muscles ciliaires au niveau du corps ciliaire. Lorsque les muscles lisses se contractent, les fibres du ligament suspenseur se détendent et provoquent l'épaississement du cristallin qui devient plus convexe.

La structure et la fonction de l'oreille.

L'oreille est l'organe de l'ouïe et de l'équilibre. Elle comprend trois structures principales : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (figure 12.3).

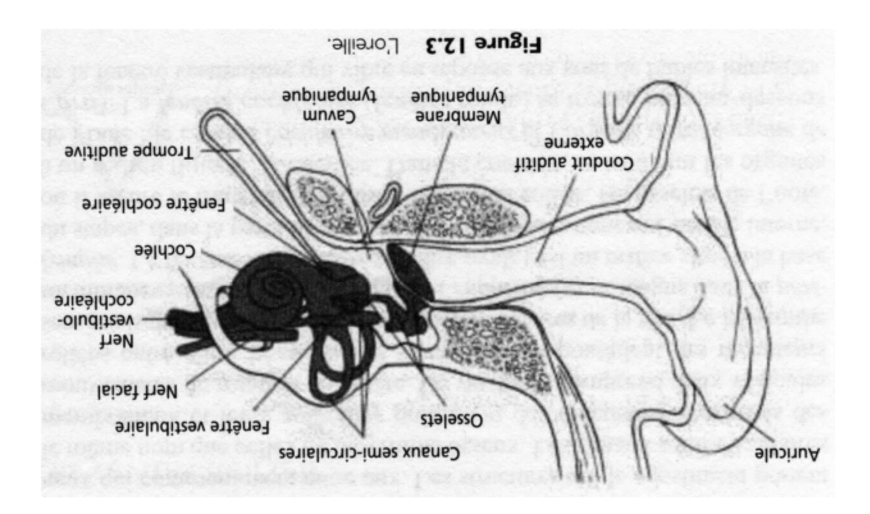


Figure 12.3 L'oreille.

L'oreille externe est ouverte sur l'extérieur et conduit les ondes sonores jusqu'à l'oreille moyenne. Les structures qui composent l'oreille externe sont ; l'auricule (ce qu'on appelle oreille), le conduit auditif externe, et la membrane tympanique (ou tympan). L'auricule conduit les ondes sonore jusqu'aux conduit auditif externe, un tube de 2,5 cm de long qui s'adapte au méat acoustique externe osseux. La fibre membrane du tympan transmet les sons à l'oreille moyenne.

L'oreille moyenne, ou cavum tympanique, est une petite cavité remplie d'air, dont la limite externe est le tympan. Les structures qui forment l'oreille moyenne sont ; les osselets de l'ouïe, les muscles de l'ouïe et la trompe auditive (trompe d'Eustache). Les osselets sont trois petites os qui s'étendent du tympan à la fenêtre vestibulaire (fenêtre ovale) ; ce sont ; le malleus (marteau), l'incus (enclume) et le stapes (étrier). Ces petits os amplifient les sons. Les muscles de l'ouïe sont de petits muscles squelettiques qui se contractent par un mécanisme réflexe pour diminuer la pression des ondes trop intenses qui pourraient abimer l'oreille interne. La trompe auditive (trompe d'Eustache) relie la cavité de l'oreille moyenne au pharynx. Elle draine l'humidité de la cavité de l'oreille moyenne et équilibre les pressions de part et d'autre du tympan.

L'oreille interne contient des organes de l'ouïe (cochlée) et de l'équilibre (vestibule). Les structures de l'oreille interne sont décrites ci-après. Le labyrinthe osseux est un réseau de cavités constitué de trois canaux semi circulaires osseux, de l'ampoule, à la base de chaque canal semi-circulaire, du vestibule, au centre du labyrinthe, et de la cochlée. Le labyrinthe membraneux, situé dans le labyrinthe osseux, est un réseau de conduits membraneux qui communiquent entre eux. Les structures qui le constituent portent le même nom que celles du labyrinthe osseux. Les canaux semi-circulaires membraneux et les ampoules présentent des récepteurs sensoriels des mouvements de rotation de la tête. Le vestibule comprend deux vésicules reliées entre elle, le saccule et l'utricule, qui possèdent des récepteurs sensoriels de la gravité et des mouvements linéaires de la tête. Le labyrinthe membraneux est rempli d'un liquide, l'endolymphe, et baigne dans la périlymphe. La fenêtre vestibulaire (fenêtre ovale) est un orifice situé à la base du stapes, dans la paroi osseuse entre l'oreille moyenne et l'oreille interne, ou il assure le transfert des sons d'un milieu solide, les osselets de l'ouïe, à un milieu liquide, la cochlée. Dans la cochlée, se trouvent les organes de l'ouïe : le conduit cochléaire membraneux et l'organe spiral (organe de Corti). La fenêtre cochléaire (fenêtre ronde) se trouve se trouve juste au dessous de la fenêtre vestibulaire qui vibre en réponse aux sons de faibles intensités.

Mécanismes de l'audition.

1. Les sons qui arrivent au niveau de l'oreille externe sont canalisés vers le conduit auditif externe.
2. Les sons frappent la membrane tympanique et provoquent sa vibration.
3. Les vibrations de la membrane tympanique sont amplifiées par le malleus, l'incus et la base du stapes.
4. La base du stapes fait bouger d'avant en arrière la fenêtre vestibulaire qui génère des ondes de pression dans la périlymphe de la cochlée.
5. Les ondes de pression se propagent jusqu'à l'endolymphe du canal cochléaire.
6. La stimulation des cellules liées de l'organisme spiral de la cochlée génère des influx nerveux qui se propagent le long du nerf vestibulo-cochléaire(8) et atteignent l'encéphale, au niveau du pont.

Exercices

1 Vrai ou faux ?

a) Les bourgeons du gout sont situés à la surface de la langue, et on en trouve également un petit nombre dans la muqueuse du palais et du pharynx.
b) La constriction du muscle droit latéral provoque un mouvement de l'œil vers l'extérieur.
c) La cavité antérieure est située entre la cornée et l'iris et contient l'humeur aqueuse.
d) Le malleus est un os de l'oreille moyenne relié à la fenêtre du vestibule.
e) Les canaux de la lame criblée ont un rôle olfactif.

2 Associer chaque structure à sa fonction.

(1) La cornée.	(a) Produit une image nette.
(2) La glande tarsale.	(b) Secrète le liquide lacrymal (les larmes).
(3) La fovéa centralis.	(c) Vibre en réponse aux ondes sonores.
(4) Nerf optique.	(d) Relié à la capsule du cristallin.
(5) Trompe auditive.	(e) Réfracte les rayons lumineux.
(6) la glande lacrymale.	(f) Secrète le cérumen.
(7) Le ligament suspenseur.	(g) Equilibre les pressions de l'air.
(8) La glande cérumineuse.	(h) Secrète une substance huileuse.
(9) Le corps ciliaire.	(i) Conduit des influx sensoriels.
(10) La membrane basilaire.	(j) Sécrète l'humeur aqueuse.

Solutions

1

a) vrai.
b) vrai.
c) vrai.
d) faux.
e) vrai.

2

(1)	(e)
(2)	(h)
(3)	(a)
(4)	(i)
(5)	(g)
(6)	(b)
(7)	(d)
(8	(f)

(9) (j)
(10) (c)

Chapitre 13.

Le système endocrinien.

- **Les hormones.**
- **Les feedbacks positif et négatif.**
- **Les glandes endocrines et leurs sécrétions.**
- **Exercices et corrigés.**

Le système endocrinien est composé des glandes endocrines qui sécrètent, dans le sang ou dans le liquide interstitiel, des messagers chimiques spécifiques, les hormones. Le système endocrinien fonctionne en relation étroite avec le système nerveux pour assurer la régulation et l'intégration des processus de l'organisme. Chaque système a un mode d'action spécifique.
Les hormones provoquent des changements dans les activités métaboliques des cellules cibles spécifiques et les influx nerveux provoquant la contraction des muscles ou déclenchent les sécrétions glandulaires. En général, les hormones agissent relativement lentement et leurs effets sont prolongés, alors que les influx neveux agissent rapidement et que leurs effets sont de courte durée.

Les Hormones.

Une hormone est un messager chimique sécrété par une glande endocrine. En fonction de sa nature chimique, elle agit sur les récepteurs spécifiques de la cellule cible, provoquant une séquence d'événements biochimiques conduisant à une réponse spécifique . On classe les hormones en fonction de leur structure chimique et de la localisation des récepteurs au niveau de la cellule cible.

Tableau 12.1 Les différents types d'hormones et leur composition chimique.

Types d'hormones.	Composition.
Amines et dérivés d'acides aminés (catécholamines).	C, H et N , fonctions amine (NH_2)
Polypeptides.	Longues chaines d'acides aminés.
Glycoprotéines.	Grosses protéines glycosylées.
Stéroïdes.	Lipides.
Acides gras et dérivés.	Longues chaines hydrocarbonées portant une fonction acide.

On classe les hormones en deux groupes en fonction de la localisation du récepteur au niveau de la cellule cible. Les hormones du groupe 1, liposolubles, se lient à des récepteurs intracellulaires. Les hormones stéroïdes sont classées dans le groupe 1. Les hormones du groupe 2 hydrosolubles, se lient à des récepteurs situés à la surface de cellules cibles. Ce groupe comprend les hormones de nature polypeptidique et glycoprotéique et les catécholamines.

Les feedbacks positif et négatif.

Le feedback négatif est une séquence d'événements biochimiques ou physiologiques. En général, l'augmentation de la concentration d'un produit terminal inhibe la réaction de synthèse de cette substance ou son action au début de la séquence de réactions, ce qui empêche la synthèse de ce produit terminal. Par exemple A vers B vers C vers D. Au fur et à mesure de la transformation de A en B, de B en C et de C en D, la concentration de D augmente. Cependant la substance D est un inhibiteur de la réaction de transformation de substance A. Alors que la concentration de D augmente, la réaction de transformation de A reçoit un feedback négatif qui empêche que la séquence de production de D ne se poursuive. Un exemple de ce mécanisme est la régulation de la production de cortisol le long de l'axe hypothalamus-hypophyse-glandes surrénales.

Dans le cas d'un feedback positif, en reprenant l'exemple ci-dessus, la substance D activerait la réaction de transformation de A pour augmenter la production de B et ainsi de suite jusqu'à D. Ce mécanisme est moins fréquent. Un exemple de ce type de régulation est celui de la sécrétion d'ocytocine qui stimule la contraction des muscles utérins pendant le travail. Au fur et à mesure de l'avancée du travail, la pression exercée sur le col de l'utérus continue à stimuler la sécrétion d'ocytocine qui poursuit son action stimulatrice sur la contraction des muscles utérins.

L'homéostasie est maintenue par des ajustements continuels des fonctions endocriniennes aux variations de l'environnement. Par le mécanisme de feedback négatif, les facteurs qui participent à la production d'une substance, sont inhibés, de façon à maintenir la concentration de cette substance dans un intervalle de valeurs normales. Le feedback positif augmente les déviations par rapport aux valeurs normales et n'est donc pas homéostatique.

Les glandes endocrines et leurs sécrétions.

Les glandes endocriniennes et leurs sécrétions sont distribuées dans tout l'organisme sans continuité anatomique. En plus des organes exclusivement endocriniens, il existe des organes mixtes qui présentent, en plus d'autres fonctions, une fonction endocrine. Les thymus, l'estomac, le duodénum, le placenta et le cœur des organes mixtes.

L'hypophyse :

Localisation et structure : située à la base du cerveau, dans la selle turcique de l'os sphénoïde. La tige pituitaire relie cette glande à l'hypothalamus. L'hypophyse est divisée en deux lobes, le lobe antérieur, l'adénohypophyse (antéhypophyse), et le lobe postérieur, la neurohypophyse.

Sécrétions et actions.

1) Sécrétion de l'adénohypophyse.

- **L'hormone de croissance humaine (HGH)**. Agit sur les os et les tissus mous. Accélère la croissance du corps :

a) en stimulant la captation des acides aminés par les cellules ;
b) en augmentant la synthèse des ARNt ;
c) en augmentant le nombre des ribosomes, ce qui active la synthèse des protéines.

- **La thyréotrophine (TSH).** Agit sur la thyroïde.

Stimule la synthèse et la sécrétion des hormones thyroïdiennes.

- **La corticotrophine (ACTH).** Agit sur le cortex surrénalien.

Stimule la sécrétion des glucocorticoïdes.

- **La prolactine (PRL).** Agit sur les glandes mammaires. Favorise le développement des glandes mammaires.

Stimule la production de lait. Régulée par la production des hormones placentaires durant la grossesse et la stimulation du mamelon pendant la lactation.

- **L'hormone folliculostimulante (FSH).** Agit sur les ovaires et les testicules.

Stimule la croissance des follicules ovariens et la spermatogenèse.

- **L'hormone lutéinisante (LH).** Agit sur les ovaires et les testicules.

Stimule la maturation des follicules ; déclenche l'ovulation et stimule la sécrétion d'œstrogènes et de progestérone par le corps jaune. Chez l'homme, elle stimule la sécrétion de testostérone par les cellules interstitielles.

2) Sécrétions de la neurohypophyse.

- **L'hormone antidiurétique (ADH).** Agit sur les tubules rénaux. Favorise la réabsorption de l'eau sur les tubules contournés distaux et les tubes collecteurs.

Stimule la contraction des muscles utérins et la sécrétion de lait.
Sécrétion stimulée par la déshydratation et l'augmentation de l'osmolarité plasmatique.
Régulée par feedback négatif.

- **L'ocytocine.** Agit sur l'utérus et les glandes mammaires.

Sécrétion stimulée par l'étirement de l'utérus à la fin de la grossesse et par la stimulation mécanique du mamelon pendant l'allaitement.
Régulée par feedback positif.

La glande thyroïde.

Localisation et structure : situé dans le cou, de chaque côté du cartilage thyroïdien, au sommet de la trachée.

Sécrétions et actions : La sécrétion de la triiodothyronine (T3) et de la tétraiodothyronine (T4 ou thyroxine), est stimulée par la TSH produite par l'adénohypophyse. Ces hormones augmentent la vitesse du métabolisme, la consommation d'oxygène et l'absorption du glucose ; elles augmentent la température corporelle ; elles agissent sur la croissance et le développement ; et elles renforcent les effets du système nerveux sympathique.

Les glandes parathyroïdes.

Localisation et structure : Petites glandes incrustées sur la face postérieure de la glande thyroïde.

Sécrétions et actions : la parathormone (PTH) augmente le taux de calcium plasmatique :
1) en stimulant la formation et l'activité des ostéoclastes qui dégradent le tissu osseux et libèrent du calcium dans le sang ;
2) en agissant sur les tubules rénaux pour augmenter la réabsorption du calcium ;
3) en augmentant la synthèse du 1,25 dihydoxycholécalciférol, qui augmente l'absorption du calcium dans le tractus gastro-intestinal.
Sécrétion stimulée par une diminution de la concentration en en calcium plasmatique.

Les glandes surrénales.

Localisation et structure : glandes de forme triangulaire enveloppées dans du tissu adipeux au sommet des reins. Formés d'une région externe, la corticosurrénale, et d'une région interne, la médullosurrénale.

Sécrétions et actions.

Les sécrétions de la corticosurrénale.

- **Les glucocorticoïdes (corticostérone, cortisol)).**

1) régulent le métabolisme glucidique et le métabolisme lipidique, activent la dégradation des protéines ;
2) à fortes concentrations, inhibent la réponse inflammatoire ;
3) favorisent la vasoconstriction ;
4) favorisent la résistance de l'organisme au stress.

La sécrétion contrôlée par l'ACTH produite par l'adénohypophyse et par les mécanismes de feedback négatif.

- **Les minéralcorticoïdes (désoxycorticostérone, aldostérone).** Régulent les concentrations extracellulaires en électrolytes, notamment celles du sodium et du potassium.

La sécrétion d'aldostérone est contrôlée par le système rénine-angiotensine (figure13, 1), la concentration plasmatique en K^+ et l'ACTH.

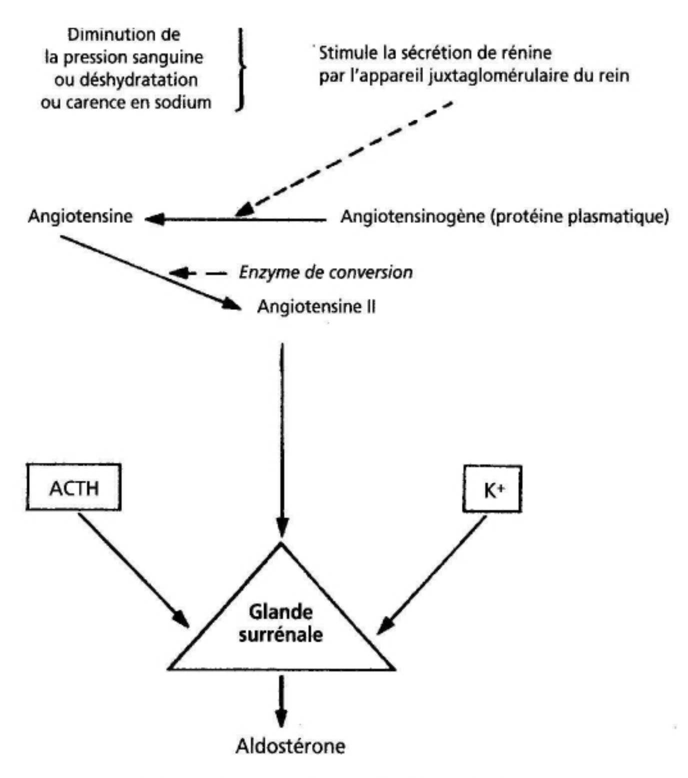


Figure 13.1 La séquence des événements de la production d'aldostérone.

Les sécrétions de la médullosurrénale.

- **Les catécholamines (adrénaline et noradrénaline).** Eléments de réponse du système sympathique (voir chapitre11).

Stimulent la sécrétion de l'ACTH et de la TSH par l'adénohypophyse.

Sécrétion activée par la stimulation du système sympathique.

Le pancréas.

Localisation et structure. Situé dans l'abdomen, sous l'estomac. La région endocrine est constituée d'amas cellulaires disséminés, les îlots pancréatiques (îlots de Langerhans).

Sécrétion et effets :
Le glucagon, sécrété par les cellules alpha, innervés par des fibres cholinergiques. Il stimule la glycogénolyse et maintient les taux de glucose sanguin pendant le jeûne et la privation.
L'insuline, sécrétée par les cellules bêta, innervés par des fibres adrénergiques. Elle stimule le transport du glucose sanguin dans les cellules, elle stimule la glycolyse et abaisse le taux de glucose sanguin.
La somatostatine, sécrétée par les cellules delta, stimule l'incorporation de souffre dans les cartilages et la production de collagène.

Les sécrétions endocrines des glandes mixtes.

Le thymus. Sécrète la thymosine ; stimule l'activité des lymphocytes T.
La glande pinéale. Sécrète la mélatonine ; agit sur la sécrétion des gonadotrophines et de l'ACTH par l'adénohypophyse.
La muqueuse gastrique. Les cellules G secrètent la gastrine ; stimule la sécrétion du suc gastrique et la mobilité gastrique.
La muqueuse duodénale. Sécrète la sécrétine ; stimule la sécrétion du suc pancréatique.
Le placenta. Sécrète la gonadotrophine chorionique humaine (HCG), la somatomammotrophine (HCS), des œstrogènes et de la progestérone.

- **SAVOIR.**

Le nom, la localisation et les sécrétions de chaque organe endocrinien.
Les tissus cibles et les effets de chaque sécrétion endocrine.

Exercices

Vrai ou faux ?

1. On ne trouve jamais deux hormones différentes en même temps dans le sang.
2. Les cellules des glandes parathyroïdiennes sont activées directement par les variations du taux du glucose sanguin.
3. La neurohypophyse n'est pas composée de 'vrai' tissu endocrinien.

Solutions

A faux, 2 faux, 3 faux.

Chapitre 14.

Le système cardiovasculaire : le sang.

- **Les fonctions du sang.**
- **La composition du sang.**
- **Le plasma sanguin.**
- **Exercices et corrigés.**

Les fonctions du sang.

Le sang est un tissu conjonctif liquide qui est pompé par le cœur et propulsé dans les vaisseaux du système cardiovasculaire (artères, artérioles, capillaires, veinules, veines).

Transport : Il amène l'oxygène, les nutriments et les hormones, jusqu'aux tissus. Il transporte le dioxyde de carbone et permet l'excrétion hors de l'organisme des déchets produits par les tissus.
Régulation acido-basique: Par le système tampon bicarbonate, il contrôle l'acidose (pH bas) et l'alcalose (pH élevé) respiratoires. Les protons se combinent aux ions bicarbonate pour former de l'acide carbonique qui se dissocie en CO2 et H2O. le CO2 est expiré ce qui diminue l'acidité du sang.
Thermorégulation : Dans le cas d'une hyperthermie, l'excès de chaleur est transporté jusqu'à la surface du corps.
Immunité. Les leucocytes (cellules blanches du sang) sont transportés jusqu'ax sites de blessures ou d'infection.
Hémostase : Les thrombocytes (plaquettes) et les protéines de la coagulation contribuent à réduire les pertes de sang lorsqu'un vaisseau sanguin est endommagé.

La composition du sang.

Le sang est composé d'une matrice liquide (le plasma sanguin) et de différents éléments figurés (globules rouges, cellules blanches et plaquettes). (Figure 14.1)

Le plasma contient des protéines variées, un grand nombre de petites molécules et des ions. Lorsque les éléments figurés et les protéines de la coagulation sont séparés du sang, la fraction obtenue est le sérum.

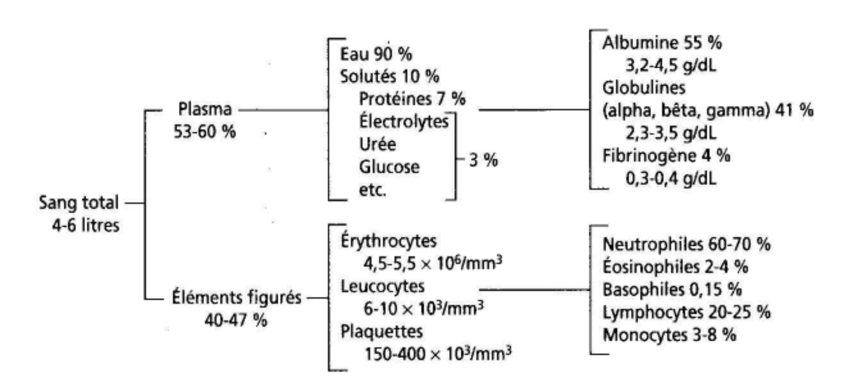


Figure 14.1 La composition du sang.

Les érythrocytes.

Un érythrocyte, ou globule rouge (GR) , ou hématie est une cellule biconcave, anucléée et déformable. Au cours du développement embryonnaire, l'érythropoïèse (formation des érythrocytes) se déroule d'abord dans le sac vitellin. Par la suite, les érythrocytes sont produits par le foie, la rate et la moelle osseuse. Le constituant majeur des érythrocytes est l'hémoglobine, qui fixe l'oxygène, et qui leur confère une fonction essentielle d'approvisionnement en oxygène de toutes les régions du corps. L'hématocrite représente le pourcentage d'érythrocytes par rapport au volume total du sang.

L'érythropoïèse est la formation ou production des érythrocytes. La séquence aboutissant à la différenciation des érythrocytes est a suivante :

Hémocytoblaste → proérythroblaste → érythroblaste
normoblaste → réticulocyte → érythrocyte.

La production des érythrocytes requiert des protéines, des lipides, des acides aminés, du fer, de la vitamine B12, de l'acide folique, du cuivre et du cobalt.

Les GR ont une durée de vie moyenne de 12 jours. Les érythrocytes proviennent de la moelle osseuse et, lorsqu'ils ne sont plus fonctionnels, sont dégradés dans le foie et la rate. N'importe quel facteur provoquant un appauvrissement des tissus en oxygène, active l'érythropoïèse par un mécanisme de feedback. En réponse à de faibles concentrations en oxygène, les reins secrètent l'érythropoïétine, qui stimule l'érythropoïèse dans la moelle osseuse.

L'hémoglobine est constituée de quatre molécules contenant du fer (hème) et de quatre chaines polypeptidiques (globine). Chaque hème peut fixer quatre molécules d'oxygène. Chaque GR contient environ 280 millions de molécules d'hémoglobine et peut donc transporter plus d'un milliard de molécules d'oxygène. L'hémoglobine peut également fixer du CO_2 et du CO (monoxyde de carbone). Les sites de fixation du CO_2 et de l'O2 sur l'hémoglobine sont distincts. Le CO se fixe au niveau de l'hème, sur le même site de fixation que l'oxygène, avec cependant une affinité beaucoup plus importante, ce qui empêche la fixation de l'oxygène. C'est à cause de cette compétition qui empêche la fixation de l'oxygène, que CO est un gaz aussi dangereux. Les produits de dégradation des érythrocytes dans le foie et la rate, sont utilisés par le foie pour former une sécrétion digestive, la bile. Les sous produits de cette dégradation, éliminés dans les fèces ou dans l'urine, leur confèrent une coloration caractéristique respectivement brune et jaune.

Les plaquettes.

Les plaquettes, ou thrombocytes, sont des petits fragments de cellules géantes de la moelle osseuse, les mégacaryocytes. Des bourgeonnements cytoplasmatiques se détachent des mégacaryocytes et sont expulsés dans le sang. Les plaquettes contiennent des facteurs de coagulation, des ions calcium, de l'ADP, de la sérotonine et diverses enzymes ; elles jouent un rôle important dans l'hémostase (arrêt du saignement).

Les événements principaux de l'hémostase sont les suivants :

1. La constriction du vaisseau sanguin.
2. La blessure est bouchée par l'agrégation des plaquettes (clou plaquettaire)
3. La coagulation du sang dans un amas de fibrine (caillot), qui renforce la fermeture de la blessure et fournit un canevas pour la réparation.

Lorsqu'un vaisseau est défectueux ou abimé, les plaquettes s'agrègent pour former un bouchon. Par ailleurs, de l'ADP et du thromboxane A_2 produits par les plaquettes renforcent l'agrégation plaquettaire. Le clou plaquettaire réduit la perte de sang.

1. Par une action physique, en bouchant la blessure,
2. Par une action chimique, en bouchant la blessure,
3. Par une action chimique, en libérant des composés qui favorisent la vasoconstriction, en libérant d'autres composés chimiques qui favorisent la coagulation du sang. Il

existe de nombreux autres facteurs impliqués dans la coagulation qui sont produits par le foie.

Les leucocytes.

Il existe cinq types différents de leucocyte (cellules blanches du sang).

Tableaux 14.1 Les différents types de leucocytes et leurs fonctions.

Type	**Cytologie**	**Fonction**
Neutrophiles.	Noyau lobé, petites granulations.	Phagocytose, protéolyse.
Eosinophiles.	Noyau lobé, granulations rouges ou jaunes.	Phagocytose de complexes antigènes anticorps.
Basophiles	Noyau diffus, Grosses granulations pourpres.	Libèrent de l'histamine, de l'héparine et de la sérotonine.
Lymphocytes (B et T).	Noyau rond, peu de cytoplasme.	Produisent des anticorps, détruisent des cellules cibles spécifiques.
Monocytes	Noyau en forme de haricot.	Phagocytose.

Le plasma sanguin.

Le plasma sanguin à la composition suivante :

Eau.
Protéines (albumine, globulines et fibrinogène).
Electrolytes (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Cl^- , HCO_{3-} , HPO_4^{2-}, $SO_{42\,-}$)
Nutriments (glucose, acides amines, lipides, cholestérol, vitamines, oligo-éléments).
Hormones.
Gaz dissous (CO_2, O_2 , N)
Déchets métaboliques (urée, acide urique, créatinine, bilirubine).

L'albumine est la protéine du sang la plus abondante et la plus petite. Elle maintient la pression osmotique sanguine constante, à un rôle tampon et contribue à la viscosité du sang. Les globulines ont un rôle de transport, participent à la coagulation et à l'immensité. Les électrolytes sont nécessaires aux processus de transport membranaire, au maintient de l'osmolarité du sang et agissent au niveau neurologique.

Exercices.

Vrai ou faux ?

1. Les fonctions du sang sont ; le transport, le maintient du pH constant, la thermorégulation et les mécanismes de l'immunité.
2. Les mécanismes principaux de l'hémostase sont : la formation du clou plaquettaire, la formation d'un caillot et la vasoconstriction.
3. La formation des érythrocytes nécessite de l'acide folique, du cuivre, des protéines, des polysaccharides, et de la biliverdine.

Associer :

(1) Thrombocyte	(a) Cellule biconcave, anucléée.
(2) Eosinophile	(b) Défense contre des agents spécifiques.
(3) Neutrophile	(c) Noyau diffus ; granulations pourpres après coloration.
(4) Leucocytes	(d) Noyau lobé et granulations fines ; coloré par les colorants neutres.
(5) Lymphocyte	(e) Formation des caillots.
(6) Basophile	(f) Granulation qui prend la coloration de l'éosine.
(7) Erythrocyte	(g) Cellules blanches du sang.

Solutions.

Vrai ou faux ?

a) Vrai
b) Vrai
c) faux

Associer :

(1) e.
(2) f.
(3) d.
(4) g.
(5) b.
(6) c.
(7) a.

Chapitre 15

Le système cardiovasculaire : le cœur.

- **La structure du cœur.**
- **La circulation du sang à travers le cœur.**
- **La circulation fœtale.**
- **La circulation coronarienne.**
- **Le mécanisme de conduction et l'innervation du cœur.**
- **Le cycle cardiaque.**
- **L'électrocardiogramme.**
- **Exercices et corrigés.**

La structure du cœur.

Le cœur est un organe musculaire creux constitué de quatre cavités, spécialisé dans la propulsion du sang à travers les vaisseaux du corps. Il est situé dans le médiastin ou il est entouré d'une membrane fibreuse résistante appelée le péricarde. Le feuillet pariétal du péricarde est un sac lâche constitué d'une couche externe fibreuse qui protège le cœur et d'une couche interne séreuse qui secrète le liquide péricardique. Le feuillet viscéral (épicarde) est une membrane séreuse qui forme la couche externe de la paroi du cœur. L'espace entre le feuillet pariétal et le feuillet viscéral est la cavité péricardique. Le liquide péricardique que

l'on trouve dans cette cavité facilite les mouvements de contraction du cœur dans son enveloppe.

La paroi du cœur est composée de trois couches, de l'extérieur vers l'intérieur :

- **L'épicarde :** Membrane séreuse formée de couches de tissu conjonctif, recouvertes d'un épithélium. Couche externe lubrifiante.
- **Le myocarde :** Tissu musculaire cardiaque et tissus conjonctifs. Couche contractile, la plus épaisse.
- **L'endocarde :** Membrane épithéliale et tissus conjonctifs. Revêtement interne protecteur renforcé.

La structure interne.

Le cœur est une pompe double à quatre cavités (figure 15.1). La partie supérieure est formée par les atria (oreillettes) droit et gauche qui se contractent en même temps et la partie inférieure par les ventricules droit et gauche qui se contractent également en même temps. Les atria sont séparées par une cloison fine et musculaire, le sternum interatrial, alors que les ventricules sont séparés par une cloison épaisse et musculaire, le septum interventriculaire. Les valves atrio ventriculaires (AV) sont situées entre les atria et les ventricules. Les valves sigmoïdes sont situées à la base des deux gros vaisseaux qui quittent le cœur (le tronc pulmonaire et l'aorte).

Les valves atrio ventriculaires sont maintenues en position par des cordons tendineux résistants, les cordages tendineux qui sont fixés à la paroi ventriculaire par des muscles de forme conique, les muscles papillaires. Les valves du cœur empêchent le reflux à contre courant du sang lorsque le cœur se contracte.

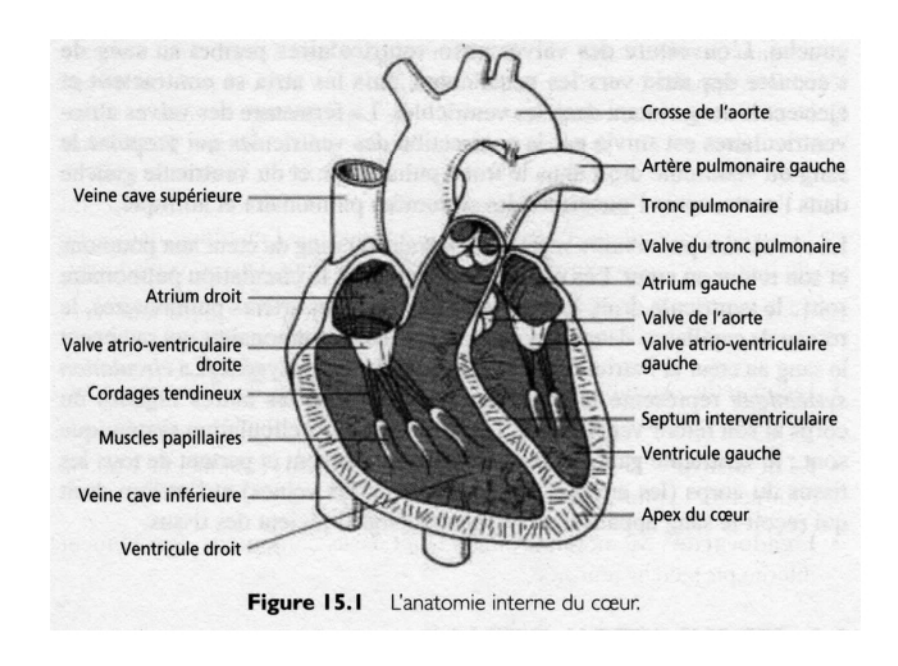


Figure 15.1 L'anatomie interne du cœur.

• **SAVOIR.**

Les valves du cœur.
La valve atrio-ventriculaire droite (tricuspide) : entre l'atrium droit et le ventricule droit.
La valve atrio-ventriculaire gauche (mitrale) : entre l'atrium gauche et le ventricule gauche.
La valve sigmoïde pulmonaire : entre le ventricule droit et le tronc pulmonaire.
La valve sigmoïde aortique : entre le ventricule gauche et l'aorte descendante.

La circulation du sang à travers le cœur.

Le sang désoxygéné qui revient des différentes parties du corps remplit l'atrium droit et le sang oxygéné qui revient des poumons remplit l'atrium gauche. L'ouverture des valves atrio ventriculaires permet au sang de s'écouler des atria vers les ventricules, puis les atria se contractent et éjectent le sang restant dans les ventricules. La fermeture des valves atrio ventriculaires est suivie par la contraction des ventricules qui propulse le sang du ventricule droit dans le tronc pulmonaire et du ventricule gauche dans l'aorte, après l'ouverture des sigmoïdes pulmonaires et aortique.

La circulation pulmonaire représente le trajet du sang du cœur aux poumons et son retour au cœur. Les éléments qui assurent la circulation pulmonaire sont : le ventricule droit, le tronc pulmonaire et les artères pulmonaires, le réseau de capillaires dans les poumons, les veines pulmonaires qui ramènent le sang au cœur et l'atrium gauche qui reçoit le sang oxygéné.

La circulation systémique représente le trajet du sang vers tous les autres organes du corps et son retour vers le cœur. Les éléments de la circulation systémique sont ; le ventricule gauche, les vaisseaux qui arrivent et partent de tous les tissus du corps les artères, les capillaires et les veines) et l'atrium droit qui reçoit le sang appauvri en oxygène lorsqu'il revient des tissus.

La circulation fœtale.

Chez le fœtus, la circulation pulmonaire ne fonctionne pas et l'oxygène et les nutriments proviennent du placenta (figure 15.2). Le fœtus est relié au placenta par le cordon ombilical. Le cordon ombilical est composé de la veine ombilicale qui transporte le sang oxygéné vers le cœur et les deux artères ombilicales qui ramènent le sang appauvri en oxygène vers le placenta. La dérivation de la circulation fœtale par rapport à celle du nouveau né, est assurée par trois éléments :

Structure fœtale.	Fonction.	Reliquat chez l'adulte.
Conduit veineux	Permet au sang de contourner le foie.	Ligament veineux.
Foramen ovale.	Transporte le sang directement de l'atrium droit à l'atrium gauche.	Fosse ovale.
Conduit artériel.	Transporte le sang directement du tronc pulmonaire à la crosse de l'aorte.	Ligament artériel

Chez l'adulte, le ligament rond du foie, dérive de la veine ombilicale et les ligaments ombilicaux proviennent des artères ombilicales.

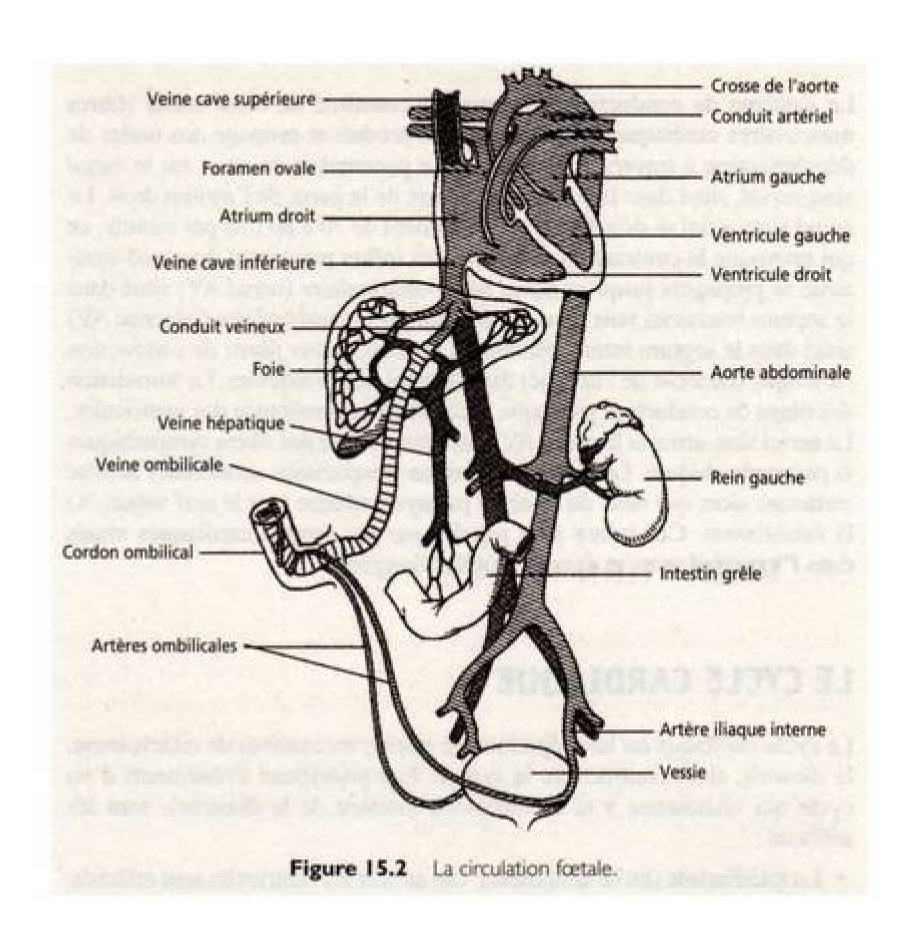


Figure 15.2 La circulation fœtale.

La circulation coronarienne.

Le sang qui irrigue le cœur est transporté par les artères coronaires gauche et droite qui naissent de l'aorte ascendante juste après la valve sigmoïde aortique. L'artère coronaire gauche se ramifie en deux branches, le rameau interventriculaire antérieur et l'artère circonflexe et l'artère coronaire droite émet deux ramifications, le rameau interventriculaire postérieur et le rameau marginal droit. La grande veine du cœur et la veine moyenne du cœur ramènent le sang au sinus coronaire qui déverse le sang dans l'atrium droit.

Le mécanisme de conduction et l'innervation du cœur.

Le système de conduction du cœur est constitué de tissu nodal (fibres musculaires cardiaques spécialisées) qui produit et propage des ondes de dépolarisation à travers le myocarde. Le pacemaker du cœur est le nœud sinu-atrial, situé dans la partie postérieure de la paroi de l'atrium droit. Le nœud sinu-atrial se dépolarise spontanément de 70 à 80 fois par minute, ce qui provoque la contraction des atria. Les influx provenant du nœud sinu-atrial se propagent jusqu'au nœud atrio-ventriculaire (nœud AV) situé dans le septum interatrial puis dans le faisceau atrioventricualire (faisceau AV) situé dans le septum interventriculaire et arrivent aux fibres de conduction cardiaque (faisceau de Purkinje) dans la paroi des ventricules. La stimulation des fibres de conduction provoque la contraction simultanée des ventricules. Le nœud sinu-atrial et le nœud AV sont innervés par des fibres sympathiques et parasympathiques. Les influx du système sympathique accélèrent l'activité cardiaque, alors que ceux du système parasympathique (par le nerf vague, X) la ralentissent. Ces influx sont régulés par les centres cardiaques situés dans l'hypothalamus et dans la moelle allongée.

Le cycle cardiaque.

Le cycle cardiaque est une répétition de phases successives de relâchement, la diastole, et de contraction, la systole.
Les principaux événements d'un cycle qui commence à la mésodiastole (milieu de la diastole), sont les suivants :

La télédiastole (fin de la diastole). Les atria et les ventricules sont relâchés, les valves AV sont ouvertes et les valves sigmoïdes sont fermées. Le sang des atria s'écoule passivement dans les ventricules.

Systole auriculaire. Les atria se contractent et propulsent le reste de sang qu'elles contiennent dans les ventricules.

La systole ventriculaire. Au début de la contraction ventriculaire, les valves AV se ferment, ce qui provoque le premier bruit du cœur. Lorsque la pression dans le ventricule droit est supérieure à la pression diastolique dans l'artère pulmonaire (10mm Hg) et que la pression

dans le ventricule gauche est supérieure à la pression dans l'aorte (80mmHg), les valves sigmoïdes s'ouvrent et l'éjection ventriculaire commence. Dans des conditions normales, au repos, la pression atteint 25 mm Hg dans la partie droite et 120 mm Hg dans la partie gauche. Le volume d'éjection systolique, qui correspond au volume éjecté par chaque ventricule, est de 70 à 90 ml.

La protodiastole (début de la diastole). Dès le début du relâchement des ventricules, la pression chute rapidement. Les valves sigmoïdes se ferment, empêchant le reflux du sang des artères vers les ventricules, ce qui provoque le deuxième bruit du cœur. Les valves AV s'ouvrent et le sang contenu dans les atria commence à s'écouler dans les ventricules.

Définition : le débit cardiaque (DC) est le volume de sang propulsé dans l'aorte par le ventricule gauche en une minute. On le calcule de la façon suivante :

Débit cardiaque (DC) = Volume d'éjection systolique (VS) x fréquence cardiaque (FC).

Le débit cardiaque est augmenté par :

1. Les stimulations sympathiques du cœur.
2. L'augmentation du volume télédiastolique (loi de Starling).
3. Différentes formes d'anémie qui diminuent la résistance périphérique totale.

Au contraire, la diminution du retour veineux, diminue le débit cardiaque.

L'électrocardiogramme.

Le corps étant un bon conducteur d'électricité, il est possible de mesurer la surface du corps, les différences de potentiel générées par la dépolarisation et la repolarisation du myocarde. Le tracé obtenu est un électrocardiogramme (ECG) (figure 15.3). L'onde P correspond à la dépolarisation des atria. Le complexe QRS est l'enregistrement de la dépolarisation ventriculaire ; l'onde T correspond à la repolarisation ventriculaire. Le court segment plat, entre l'onde S et l'onde T , correspond à la période réfractaire ventriculaire et celui situé entre l'onde P et l'onde Q , caractérisé par l'absence d'influx au niveau du nœud AV, est une phase pendant laquelle la systole auriculaire peut s'achever.

Exercices.

Associer

1. Onde P	(a) Dépolarisation auriculaire.
2. (2) Premier bruit du cœur	(b) Débit cardiaque.
3. (3) Complexe QRS	(c) Dépolarisation ventriculaire.
4. (4) VS x FC	(d) Repolarisation ventriculaire.
5. (5) Onde T	(f) Fermeture des valves AV au début de la systole.

Solutions.

(1) a
(2) e
(3) c
(4) b
(5) d

Chapitre 16

Le système cardiovasculaire : les vaisseaux sanguins.

- **Les vaisseaux-artères, capillaires et veines.**
- **Les principales artères systématiques.**
- **Les principales veines systématiques.**
- **La pression sanguine.**
- **La régulation du flux sanguin.**
- **Exercices et corrigés.**

Les fonctions du système cardiovasculaire sont celles décrites pour le sang au chapitre 14.

Les vaisseaux-artères, capillaires et veines.

La paroi des vaisseaux est composée des trois tuniques (couches) suivantes : la tunique interne formée d'une couche interne d'épithélium pavimenteux, appelée endothélium, qui repose sur une couche de tissu conjonctif ; la tunique moyenne, une couche constituée d'un mélange de fibres de muscles lisses et de fibres élastiques ; et la tunique externe formée d'une couche de tissu conjonctif contenant des fibres élastiques et de collagène. La tunique externe des vaisseaux les plus gros est irriguée par un système de tout petits vaisseaux appelés les vasa vasorum (les vaisseaux des vaisseaux) qui approvisionnent les tissus les plus externes de la paroi des vaisseaux.

Tableau 16.1 . La structure et la fonction des vaisseaux.

Vaisseau.	Structure.	Fonction.
Artère : achemine le sang qui vient du cœur.	Vaisseau élastique, résistant, contient les trois tuniques ; le diamètre de la lumière est relativement grand par rapport à l'épaisseur de la paroi.	Réseau de distribution qui alimente les tissus du corps ; pression sanguine élevée.
Artériole : ramification des petites artères.	Couche épaisse du muscle lisse dans la tunique moyenne ; lumière relativement étroite.	Variation du diamètre de la lumière pour contrôler le flux sanguin, ramènent les pulsations du sang à un rythme régulier.
Capillaire : zone d'échange du système.	Paroi composée d'une seule couche d'endothélium ; présence d'une collerette de muscles à l'origine du vaisseau, qui régule le flux.	Echanges de liquides de nutriments et de gaz entre le sang et les liquides interstitiels.
Veinules (petites veines) et **veines** ramènent le sang au cœur.	Vaisseau mince et extensible composé de trois tuniques ; diamètre de la lumière très large ; présence de valvules.	Réservoir liquide (60 à 75 % du volume sanguin) ; constriction en répons aux influx sympathiques ; flux unidirectionnel assuré par les valvules.

Les principales artères systématiques.

Les artères de la tête, du cou et des membres supérieurs.

La crosse de l'aorte se ramifie en trois branches, le tronc brachio-céphalique, l'artère carotide commune gauche et l'artère sous clavière gauche. Le tronc brachio céphalique se ramifie en deux branches, l'artère carotide commune droite et l'artère sous clavière droite. Les ramifications de ces vaisseaux irriguent la tête, le cou et la région des épaules. Chaque artère sous clavière, droite et gauche, se prolonge dans le membre supérieur et devient l'artère axillaire puis l'artère brachiale. Leurs ramifications irriguent le membre supérieur.

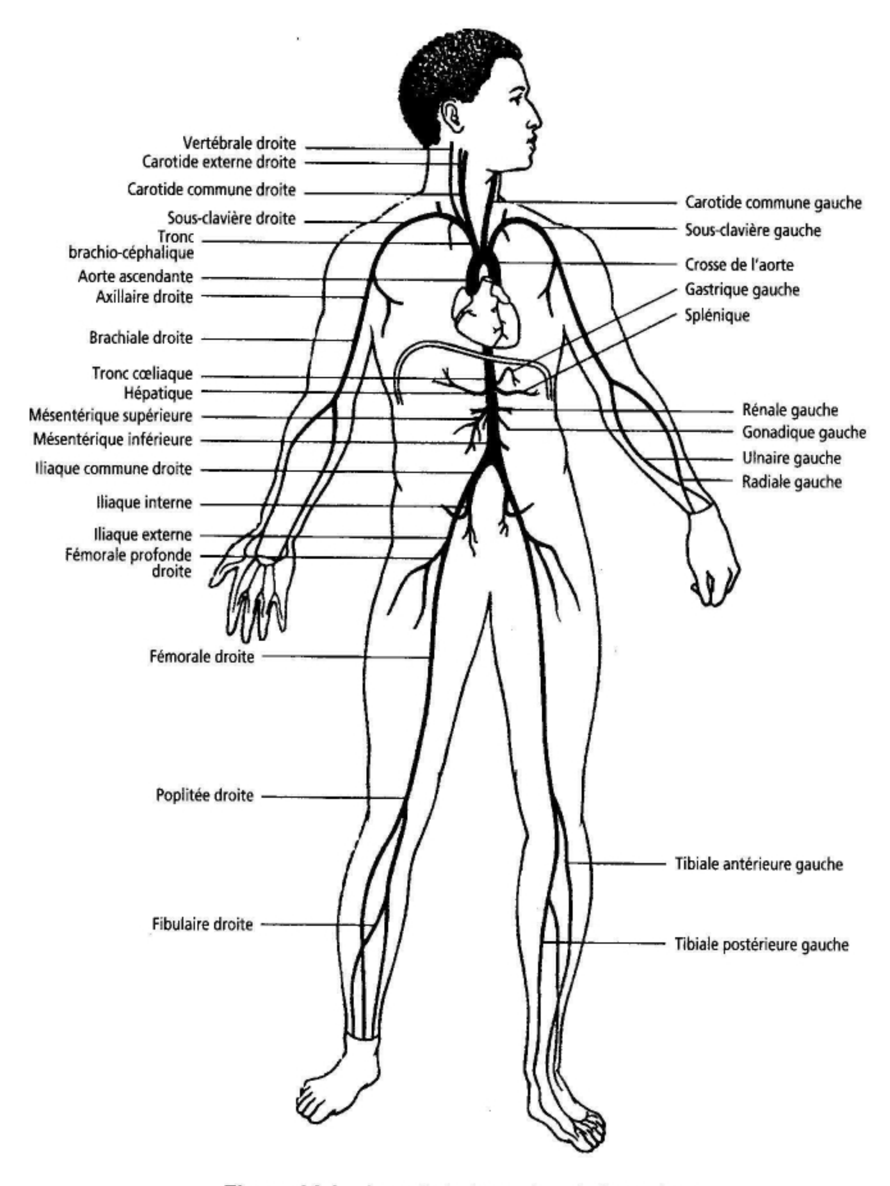


Figure 16.1 Les principales artères de l'organisme.

Les paires d'artères issues de l'aorte thoracique.

Artère.	Région ou organe irrigué (e) .
Artères péricardiques	Péricarde.
Artères intercostales.	Paroi thoracique.
Artères bronchiques.	Bronches droites et gauches.
Artères œsophagiennes.	Œsophage.
Artères phréniques supérieures.	Diaphragme.

Les artères issues de l'aorte abdominale.

Artère.	Région ou organe irrigué (e) .
Artères phréniques inférieures.	Diaphragme.
Tronc cœliaque. -Artère hépatique. -Artère splénique.	 Foie, pancréas supérieur, duodénum. Rate, pancréas, estomac.
Artère gastrique gauche.	Estomac, œsophage.
Artère mésentérique supérieure.	Intestin grêle, pancréas, caecum, appendice, Colon ascendant, colon transverse.
Artères surrénales.	Glandes surrénales.
Artères rénales.	Reins.
Artère gonadique.	Gonades (testicules, ovaires)
Artère mésentérique inférieure.	Colon transverse, colon descendant, colon sigmoïde, rectum.
Artères communes. -Artère iliaque externe. -Artère iliaque interne.	 Membres inférieurs. Organes reproducteurs, muscles fessiers.

Les principales veines systématiques.

Les deux veines principales qui ramènent le sang au cœur sont ; la veine cave supérieure qui ramène le sang provenant de la tête , du cou et des membres supérieurs, et la veine cave inférieure qui ramène le sang provenant de l'abdomen et des membres inférieurs. Les principales veines de l'organisme sont représentés sur la figure 16.2.

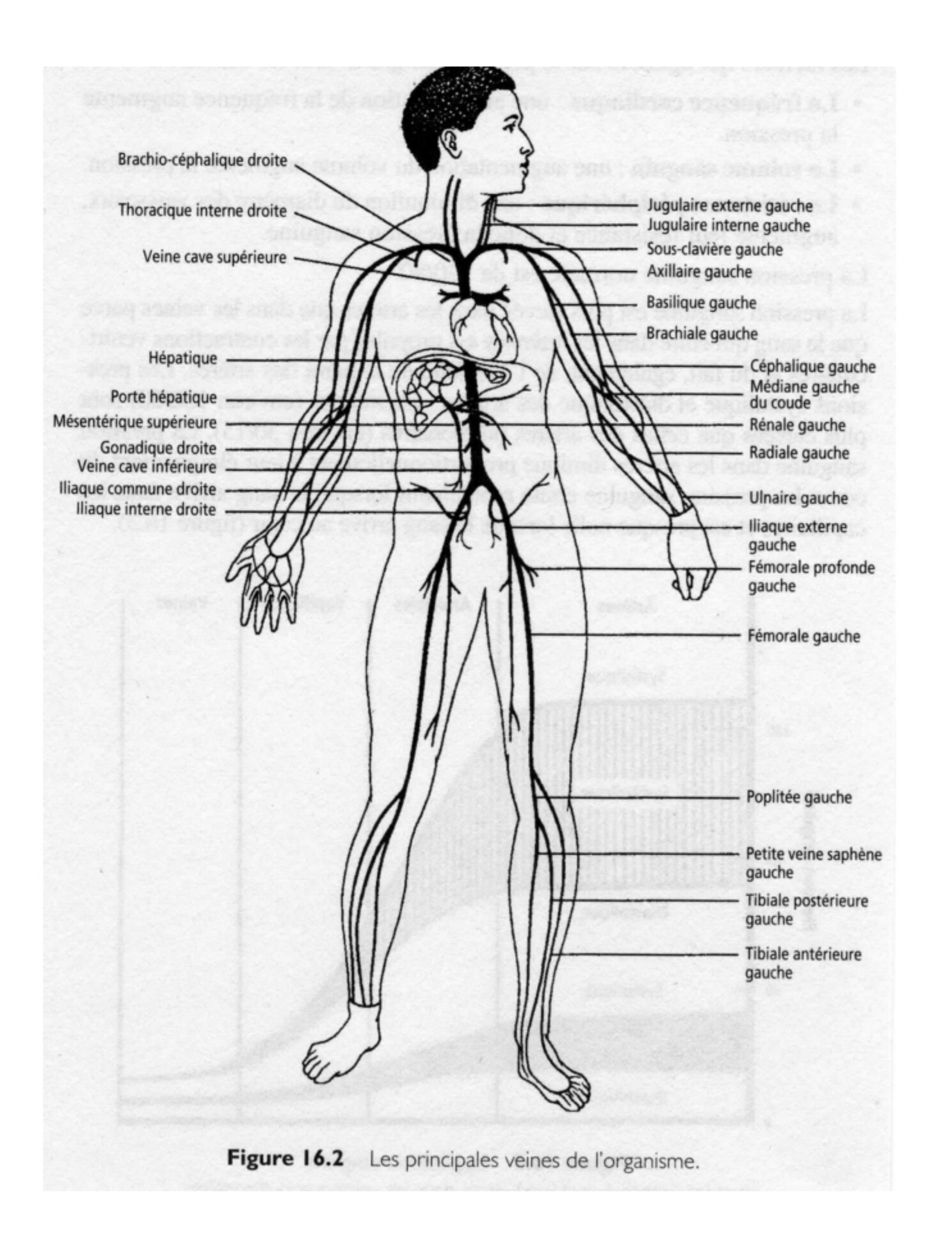


Figure 16.2 Les principales veines de l'organisme.

La pression sanguine.

La pression sanguine est la force exercée par le sang par unité de surface sur la paroi interne des vaisseaux ; elle est due principalement à l'activité cardiaque.
Les facteurs qui agissent sur la pression cardiaque sont les suivants :

- **La fréquence cardiaque :** une augmentation de la fréquence augmente la pression.
- **Le volume sanguin :** une augmentation du volume augmente la pression.
- **La résistance périphérique :** une diminution du diamètre des vaisseaux augmente leur résistance et donc la pression sanguine.

La pression sanguine normale est de 120/80.

La pression sanguine est plus élevée dans les artères que dans les veines parce que le sang qui entre dans les artères y est propulsé par les contractions ventriculaires et du fait, également, de l'élasticité de la paroi des artères. Les pressions systoliques et diastolique des artères systémiques (environ 120/80) sont plus élevées que les artères pulmonaires (environ30/15). La pression sanguine dans les artères diminue proportionnellement à leur éloignement du cœur. La pression sanguine chute rapidement lorsque le sang arrive dans les capillaires et est presque nulle lorsque le sang arrive au cœur (figure 16.3).

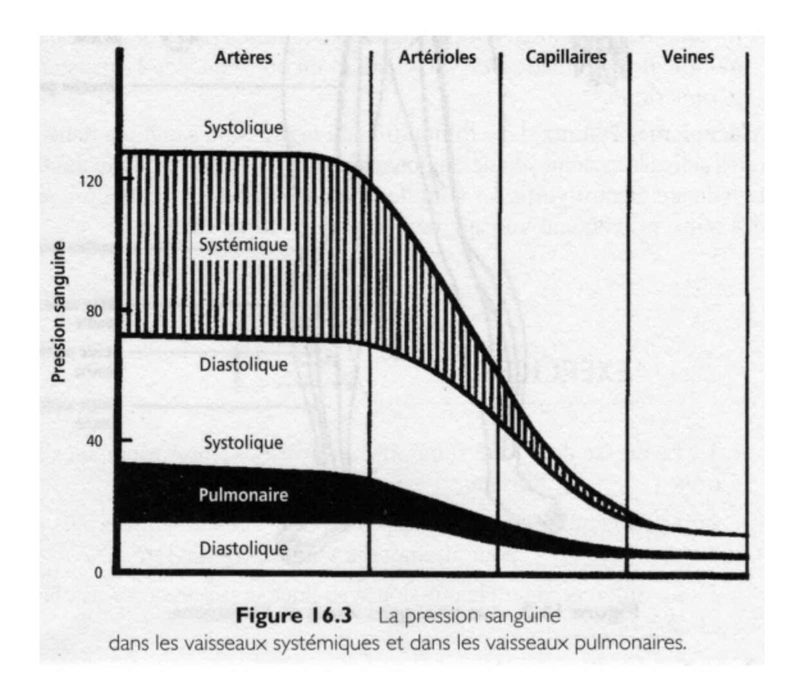


Figure 16.3 La pression sanguine dans les vaisseaux systémiques et dans les vaisseaux pulmonaires.

Rappelez-vous !

Pression systolique : 120mmHg.
Pression diastolique : -80mm Hg.

Pression différentielle :	= 40mm Hg.

La régulation du flux sanguin.

- Mécanismes nerveux. Les barorécepteurs (récepteurs sensibles aux variations de la pression sanguine) situés dans la paroi des vaisseaux et dans les cavités du cœur détectent une diminution de la pression sanguine.
Ce stimulus provoque les réponses suivantes :
- Augmentation de la sécrétion d'ADH par l'hypophyse. LADH agit au niveau des reins ou elle provoque une augmentation de la réabsorption de l'eau, ce qui augmente le volume sanguin.
- Des influx sympathiques sont envoyés au cœur, ce qui augmente la fréquence cardiaque.
- En réponse aux influx sympathiques, les muscles lisses des vaisseaux modifient le diamètre des vaisseaux et en conséquence la résistance périphérique.

- Mécanismes rénaux. Une diminution de la pression sanguine dans les reins active le système rénine-angiotensine. L'aldostérone produite modifie la balance électrolytique et stimule la réabsorption de l'eau au niveau des reins, provoquant une augmentation du volume sanguin.

Exercices.

Compléter.

1. La crosse de l'aorte se ramifie en trois branches principales : le tronc…l'artère…et l'artère…
2. Le sang qui revient du bras passe par la veine brachiale puis par la veine… pour atteindre la veine sous clavière.
3. La différence entre la pression systolique et la pression diastolique est la…
4. La tunique …est la couche externe de tissu conjonctif des vaisseaux sanguins.

Solutions.

1. Brachio-céphalique, carotide commune gauche, sous clavière gauche.
2. Axillaire.
3. Pression différentielle.
4. Externe.

Chapitre 17

Le système lymphatique et l'immunité.

- **Les structures lymphatiques.**
- **Les défenses non spécifiques.**
- **L'immunité à médiation humorale.**
- **L'immunité à médiation cellulaire.**
- **La réaction transfusionnelle.**
- **Exercices et corrigés.**

En relation avec le système cardiovasculaire, le système lymphatique joue un rôle dans :

- Le transport de la lymphe (excédent de liquide interstitiel provenant des tissus) dans les vaisseaux lymphatiques jusqu'à la circulation sanguine, ou elle contribue à la composition du plasma ;
- L'absorption des graisses dans l'intestin grêle ;
- La protection du corps contre les infections bactériennes.

Les structures lymphatiques.

Les vaisseaux lymphatiques.

Le liquide interstitiel pénètre dans le système lymphatique en franchissant la paroi des capillaires lymphatiques constituée d'un épithélium pavimenteux simple. La lymphe est ensuite transportée dans des vaisseaux plus gros, les vaisseaux collecteurs lymphatiques. Les vaisseaux collecteurs lymphatiques déversent ensuite leur contenu dans l'un des deux principaux vaisseaux : le conduit lymphatique droit, qui draine la lymphe du quart supérieur droit du corps, et le canal thoracique, beaucoup plus gros, qui draine la lymphe du reste du corps. Ceux-ci déversent la lymphe respectivement dans les veines sous-clavières droite et gauche. La lymphe se déplace dans les vaisseaux lymphatiques grâce à la contraction des muscles squelettiques, du péristaltisme intestinal et de la gravité. La présence de valvules dans les vaisseaux lymphatiques empêche les reflux à contre-courant.

Les nœuds (ganglions) lymphatiques.

Les nœuds lymphatiques sont de petits corps ovales enveloppés dans des capsules fibreuses. Ils sont constitués de tissu cortical phagocytaire adapté à la filtration de la lymphe. Les vaisseaux lymphatiques afférents amènent la lymphe jusqu'au nœud lymphatique et les vaisseaux lymphatiques efférents transportent la lymphe filtrée par le nœud. Les nœuds lymphatiques contiennent des lymphocytes (leucocytes qui interviennent dans l'immunité spécifique) et des cellules phagocytaires, les macrophages. Les nœuds lymphatiques sont organisés en amas ou en chaines. Quelques uns des principaux nœuds lymphatiques sont :

- Nœuds inguinaux et nœuds poplités des membres inférieurs ;
- Nœuds lombaires dans la région pelvienne.
- Nœuds cubitaux et nœuds axillaires des membres supérieurs ;
- Nœuds cervicaux du cou ;
- Nœuds mésentériques associés à l'intestin grêle.

Les organes lymphoïdes.

Les organes lymphoïdes sont :
Les tonsilles (amygdales) : les trois tonsilles (pharyngées (végétations adénoïdes), palatines et inguinales) sont des organes lymphoïdes de la région pelvienne. Elles interviennent dans la lutte contre les infections du nez, de l'oreille et de la gorge.

La rate : la rate est située dans la partie supérieure gauche de la cavité abdominale. Chez l'adulte elle n'est pas un organe vital, mis elle assiste d'autres organes dans la production des lymphocytes, dans la filtration du sang et dans la dégradation des érythrocytes . Elle constitue également un réservoir d'érythrocytes.

Le thymus : le thymus est situé dans la partie antérieure du thorax, en profondeur sous le manubrium sternal. Il est beaucoup plus gros chez l'enfant que chez l'adulte. Chez l'enfant, il intervient dans la différenciation des lymphocytes T et il constitue un réservoir de lymphocytes.

Les défenses non spécifiques.

Les différents types de mécanismes de défense non spécifique, sont les suivants :

- **Les barrières mécaniques :** la peau et les muqueuses.
- **Les barrières chimiques :** les enzymes, l'HCl dans l'estomac, le lysozyme.
- **Les interférons :** protéines qui inhibent le développement viral.
- **Les phagocytes :** neutrophiles, monocytes et macrophages.
- **La résistance propre** à l'espèce.

L'immunité à médiation humorale.

L'immunité spécifique correspond à la résistance du corps à des agents étrangers spécifiques (les antigènes). Ceux-ci comprennent les microorganismes, les virus, et les toxines qu'ils produisent, ainsi que des tissus étrangers. Las antigènes sont de grosses molécules de structure complexe (protéines, polysaccharides) de la paroi cellulaire ou de la membrane des agents étrangers.

Dans l'immunité à médiation humorale, l'antigène stimule la production de protéines spécifiques, les anticorps, qui conduisent à la destruction de l'agent étranger par la réaction antigène-anticorps. Les anticorps sont des gammaglobulines formées par l'association de quatre chaines de polypeptidiques, deux chaines courtes (chaines légères) et de deux chaines plus longues (chaines lourdes) (figure 17, 1).

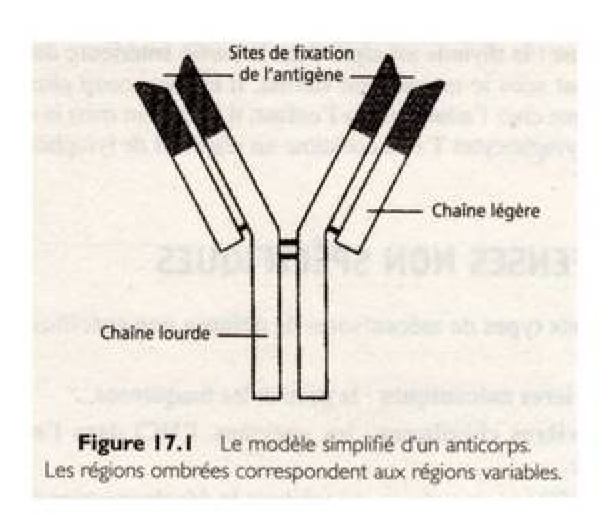


Figure 17.1 Le modèle simplifié d'un anticorps.
Les régions ombrées correspondent aux régions variables.

Tous les anticorps présentent des régions constantes, de structure similaire, et des régions variables ou sont localisés les sites de réaction antigène-anticorps Ce sont de petites variations dans cette région variable qui confèrent une grande spécificité vis à vis d'un antigène donné. La réaction antigène-anticorps augmente la production d'anticorps dirigés contre l'antigène ayant initié la réaction.

- **SAVOIR.**

L'immunité active : le corps fabrique des anticorps en réponse à un contact direct avec l'antigène. Lorsque l'organisme rencontre à nouveau cet antigène, il se souvient et répond plus rapidement. La vaccination est basée sur ce principe.
L'immunité passive : est le résultat du transfert d'anticorps d'un individu à un autre , par exemple par injection ou par transfert à travers le placenta.

L'immunité à médiation cellulaire.

L'immunité à médiation cellulaire est un autre mécanisme de l'immunité spécifique. Dans ce cas, les cellules sont le support des stratégies de défense mises en œuvre. Les lymphocytes (T ou B) circulants ou tissulaires sont sensibilisés par l'antigène, se lient à cet antigène et le détruisent. Les lymphocytes T sont à l'origine de l'immunité à médiation cellulaire. Par l'interaction avec un antigène donné, ils sont sensibilisés, prolifèrent et leur différentiation produit des lignées cellulaires différentes.

Tableau 17.1 Les différents types de cellules T et leurs fonctions.

Types de cellule T.	Fonction.
Cellules T mémoire.	Inactives jusqu'à un nouveau contact avec l'antigène.
Cellules T cytotoxiques.	Se lient à l'antigène, provoquent la lyse de la cellule étrangère et secrètent des cytokines.
Cellules T auxiliaires.	Permettent l'activation des lymphocytes T ou B.
Cellules T de l'hypersensibilité retardée.	Sécrètent des cytokines.

Les lymphocytes B sont à l'origine de l'immunité à médiation humorale. Les lymphocytes B sont sensibilisés à l'antigène, prolifèrent et se différencient pour former des clones de cellules filles.

Tableau 17.2 Les différents types de cellules B et leurs fonctions.

Types de cellule B.	Fonction.
Plasmocytes.	Produisent les anticorps spécifiques de l'antigène.

Cellules B mémoire.	Se différencient en plasmocytes au cours d'une autre exposition au même antigène.

Les autres éléments du système immunitaire.

Les autres éléments du système immunitaire sont :

- **Les cytokines** (interférons, facteurs chimiotactiques, facteur d'activation des macrophages (MAF), facteur d'inhibition de la migration, facteurs de transfert) : messagers chimiques utilisés par le système immunitaire pour renforcer la réponse immunitaire.
- **Le système du complément :** précurseurs d'enzymes qui participent à a réponse immunitaire par la lyse des cellules étrangères, provoquent le recrutement des cellules phagocytaires et renforcent leur action, augmentent la réaction inflammatoire et neutralisent les virus.

La réaction transfusionnelle.

Les érythrocytes présentent à leur surface de nombreux antigènes ; ceux-ci peuvent provoquer la production d'anticorps et par suite une réaction antigène-anticorps. L'un de ces groupes d'antigènes, le système ABO, peut provoquer une réaction de ce type au cours d'une transfusion sanguine. Les antigènes qui sont présents à la surface des GR à la naissance sont des facteurs héréditaires. Si le receveur et le donneur ont des groupes sanguins incompatibles, une réaction antigène-anticorps (réaction transfusionnelle) se déclenche au cours de la transfusion (tableau 17.3) et provoque l'agglutination des GR et une hémolyse.

Tableau 17.3 Le système ABO et les donneurs compatibles

Groupe sanguin.	Antigènes.	Anticorps.	Donneurs compatibles.
A	A	Anti-B	A ou O
B	B	Anti-A	B ou O
AB	A et B	Aucun	A, B, O
•	Aucun	Anti-A et Anti-B	•

Il existe un autre groupe d'antigènes associés à la membrane des GR, le système rhésus (système Rh). Environ 85% des individus portent des antigènes Rh à la surface de leur GR. Ces individus sont dits Rh positif (RH+). Les 15% restants sont dits Rh négatif, (Rh-). Les individus Rh- ne produisent pas d'anticorps contre les antigènes Rh jusqu'à ce qu'ils soient exposés à ces antigènes Rh.

Exercices

Vrai ou faux ?

1. Un individu du groupe B produit des anticorps anti-B.
2. Un individu au contact d'un agent pathogène développe une réponse primaire à l'origine d'une immunité passive.
3. L'interaction d'un antigène et d'un anticorps est une réaction très spécifique.
4. Il existe des valvules dans les vaisseaux lymphatiques.
5. L'immunité passive résulte du transfert d'anticorps d'un individu à un autre.
6. Après une stimulation antigénique, les lymphocytes B prolifèrent et se différencient en plasmocytes.
7. Les antigènes sont de petites molécules de nature lipidique qui déclenchent la réponse immunitaire.

Solutions

1. Faux.
2. Faux.
3. Vrai
4. Vrai.
5. Vrai.
6. Faux.

Chapitre 18

Le système respiratoire.

- **La respiration.**
- **Les éléments du système respiratoire.**
- **La mécanique respiratoire.**
- **Les volumes respiratoires.**
- **Le transport des gaz.**
- **Le régulation de la respiration.**
- **Exercices et corrigés.**

La respiration.

Toutes les cellules nécessitent un approvisionnement continu en oxygène O_2 et rejettent continuellement duCO_2. Au niveau macroscopique la respiration correspond à la ventilation pulmonaire. Au niveau cellulaire, la respiration correspond au processus par lequel les cellules utilisent de l'O_2 , produisent du CO_2 et convertissent l'énergie produite en composés assimilables.

Rappelez-vous

La respiration externe : échanges gazeux entre le sang et l'air.
La respiration interne : échanges gazeux entre le sang et les cellules.
La respiration cellulaire : utilisation d'O_2 , par les cellules pour le métabolisme, et production de CO_2 .

Les éléments du système respiratoire.

Les principaux conduits du système respiratoire sont : la cavité nasale, le pharynx, le larynx, et la trachée. Dans les poumons, la trachée se ramifie en bronches, bronchioles et finalement en alvéoles pulmonaires. Alors que le système respiratoire intervient principalement dans les échanges gazeux pour assurer le métabolisme cellulaire, il existe des régions du système respiratoire qui jouent un rôle dans la phonation, la compression abdominale, la toux et l'éternuement. La zone de conduction du système respiratoire comprend les cavités et les structures qui assurent le transport des gaz jusqu'aux alvéoles pulmonaires et des gaz en provenance des alvéoles.

La cavité nasale.

Structures : cloison nasale supérieure ; cornets inférieure et moyen.
Tissus : épithélium cylindrique pseudostratifié ; épithélium olfactif.
Réchauffe et humidifie l'air inspiré, et joue un rôle dans l'olfaction.

Le pharynx.

Le nasopharynx : à 'arrière des cavités nasales, la trompe d'Eustache s'ouvre dans le nasopharynx, luette, tonsilles pharyngiennes.
L'oropharynx : tonsilles palatines et linguales.
Le laryngopharynx : partie laryngée du pharynx.

L'oropharynx et le laryngopharynx ont des fonctions respiratoire et digestive, alors que le nasopharynx présente uniquement une fonction respiratoire.

Le larynx.

Structures : les cartilages : cartilage thyroïde antérieur, épiglotte, cartilage cricoïde, cartilage cunéiforme, cartilage corniculé, cartilages aryténoïdes ; et une ouverture, la glotte.

Le larynx constitue l'entrée de la trachée. Son rôle principal est de prévenir l'entrée de nourriture ou de liquide dans la trachée ou dans les bronches pendant la déglutition. Une autre de ses fonctions est la phonation.

La trachée et l'arbre bronchique.

Structures ; la trachée se ramifie en bronches souches, droite et gauche, puis en bronches secondaires, tertiaires et bronchioles.

Tissus ; anneaux et cartilage ; la trachée est tapissée par un épithélium cylindrique pseudostratifié produisant du mucus.

Système de conduction de l'air. Les anneaux cartilagineux assurent la rigidité du conduit trachéal.

La zone respiratoire.

Structures : système continu de ramifications comportant des bronchioles terminales, les conduits alvéolaires et les alvéoles pulmonaires.
Tissus : épithélium simple cubique dans les canaux alvéolaires, épithélium simple pavimenteux, dans les alvéoles pulmonaires.

Echanges gazeux dans les alvéoles pulmonaires, respiration externe.

Les parois des alvéoles contiennent des cellules spécialisées, les pneumococytes2 qui secrètent un surfactant qui a pour fonction de diminuer la tension de surface, les pneumocytes1 qui forment la barrière air/sang, et des macrophages alvéolaires qui éliminent les aérocontaminants.

Les poumons.

Les deux poumons sont situés dans la cavité thoracique et sont séparés l'un de l'autre par le médiastin (figure 18.1). Chaque poumon comprend des lobes, eux-mêmes constitués de lobules qui contiennent les alvéoles. Sur sa face médiale, le poumon gauche présente une concavité, l'incisure cardiaque, qui épouse la forme du cœur. Le poumon gauche est divisé en deux lobes par une scissure unique et contient huit segments pulmonaires. Le poumon droit est divisé en trois lobes par deux scissures et contient dix segments bronchiques.

Les poumons sont entourés par une membrane séreuse formée de deux feuillets, la plèvre. Le feuillet interne, la plèvre viscérale, recouvre les poumons ; le feuillet externe, la plèvre pariétale, tapisse la paroi thoracique. Entre les plèvres pariétale et viscérale, se trouve un petit espace virtuel, la cavité pleurale. La pression de l'air dans la cavité pleurale (pression intra-thoracique) est légèrement inférieure à la pression atmosphérique dans les poumons au repos.

Cette pression négative est un facteur critique pour l'étirement de la cage thoracique ce qui permet la distension des poumons.

La mécanique respiratoire.

L'inspiration se produit lorsque la contraction des muscles inspiratoires provoque une augmentation du volume thoracique avec une expansion des poumons et une diminution des pressions intrathoracique et intrapulmonaire (pression intra-alvéolaire). L'air entre dans les poumons lorsque la pression intrapulmonaire descend au-dessous de la pression atmosphérique (760mmHg au niveau de la mer). L'expiration survient ensuite passivement, provoquant une diminution du volume thoracique et une augmentation de la pression intrapulmonaire.

- **SAVOIR.**

Les muscles inspiratoires : diaphragme et intercostaux externes.
L'expiration : relâchement passif des muscles inspiratoires.
L'expiration forcée : muscles intercostaux internes et abdominaux.

Les volumes respiratoires.

La capacité pulmonaire totale est la somme de quatre volumes (figure 18.1) : le volume courant qui est le volume d'air inspiré et expiré par les poumons au cours de la respiration normale ; le volume de réserve inspiratoire qui est le volume maximum qui peut être inspiré en une fois ; le volume expiratoire de réserve qui est le volume d'une expiration forcée après une expiration normale ; et le volume résiduel qui est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration forcée. Les volumes respiratoires gazeux sont mesurés à l'aide d'un spiromètre.

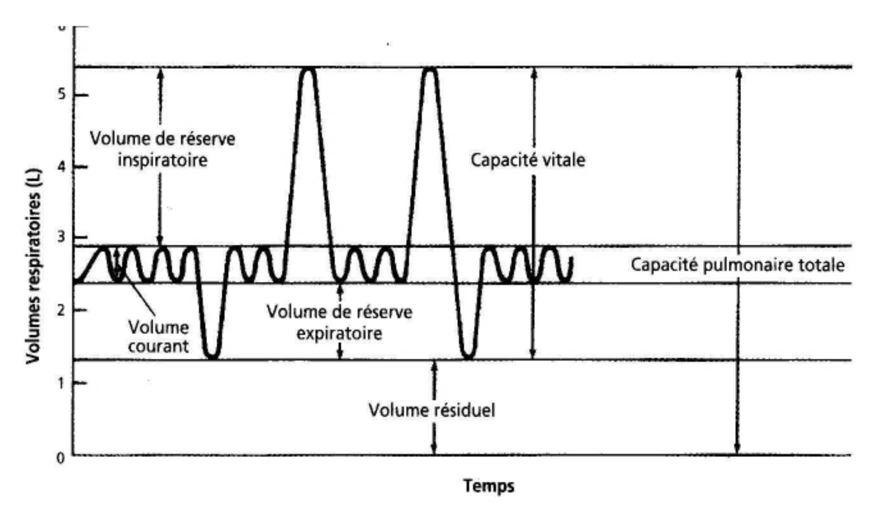
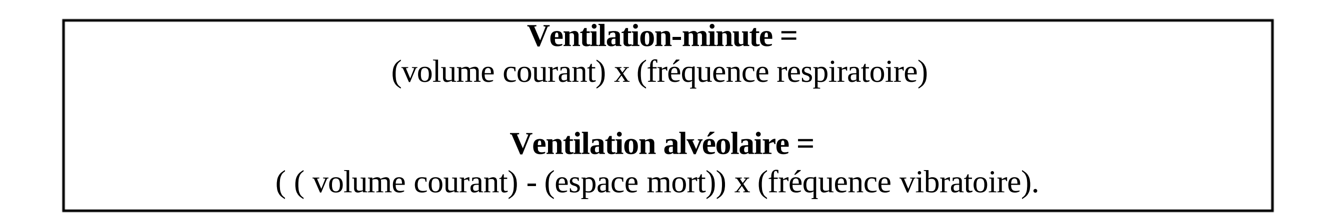


Figure 18.1 Les volumes respiratoires gazeux.

La ventilation-minute est le volume d'air qui pénètre dans les poumons en une minute. Le volume moyen normal est de 6 L / min. La ventilation alvéolaire est le volume d'air échangé en une minute dans les alvéoles pulmonaires.



Ventilation-minute =
(volume courant) x (fréquence respiratoire)

Ventilation alvéolaire =
((volume courant) - (espace mort)) x (fréquence vibratoire).

L'espace mort est le volume d'air présent dans la zone de conduction, et qui ne participe pas aux échanges gazeux, soit 150mL chez l'adulte.

Le transport des gaz.

Jusqu'à 99% de l'O_2 du sang est transporté par les molécules d'hémoglobine des érythrocytes.
Le CO_2du sang est majoritairement converti en ions bicarbonate dans les érythrocytes puis passe dans le plasma.

Les pressions artérielles.

Dans un mélange de gaz, chaque composé gazeux exerce une pression partielle qui est proportionnelle à sa concentration dans le mélange. Par exemple, l'air contient 21% d'O_2 et participe pour 21% à la pression de l'air. 21% de 760 mm Hg = 160 mm Hg, ce qui correspond à la pression partielle de l'O_2 dans l'air. La différence des pressions artérielles dans les alvéoles et dans les capillaires pulmonaires favorise la diffusion de l'O_2 des alvéoles vers le sang et la diffusion du CO_2 du sang vers les alvéoles.

Pression atmosphérique.	**Pression alvéolaire.**	**Pression dans les capillaires pulmonaires.**
P_{o2} = 160 mm Hg.	P_{o2} = 101 mm Hg.	P_{o2} = 40 mm Hg.
P_{co2} = 0,3 mm Hg.	P_{co2} = 40 mm Hg.	P_{co2} = 45 mm Hg.

La balance acido-basique.

Grace à une enzyme des érythrocytes, l'anhydrase carbonique, 6,7% du CO_2 du sang est combiné rapidement à de l'eau pour former de l'acide carbonique qui se dissocie en ion bicarbonate et proton :

$$CO_2 + H_2O + H_2OCO_3 + HCO_{3-} + H^+$$

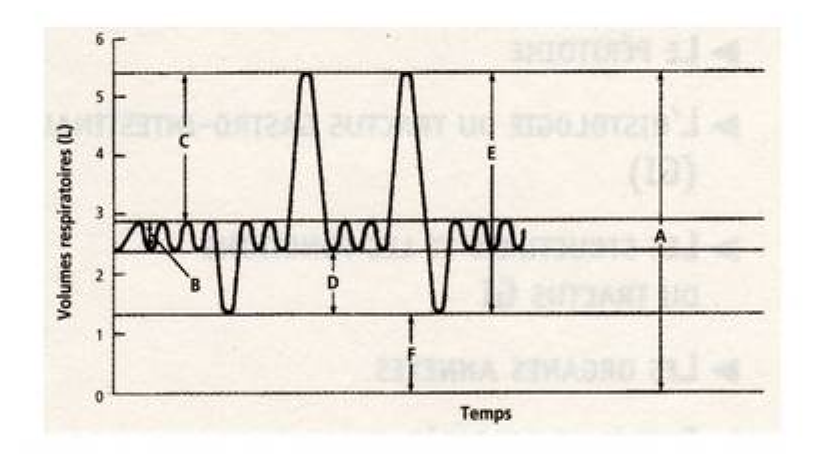
Les ions bicarbonate (HCO_{3-}) contribuent pour une large part au système tampon du sang. L'acidose respiratoire (pH du sang inférieur à 7,35) se produit lorsque le CO_2 n'est pas éliminé du corps à une vitesse normale, ce qui augmente la Pa_{co2} ($P_{co2\ artérielle}$). Ceci peut être dû à une pathologie pulmonaire ou à une hypoventilation. L'alcalose respiratoire (pH du sang supérieur à 7,42) se produit lorsque le CO_2 est éliminé trop rapidement, ce qui diminue la Pa_{co2} ($P_{co2\ artérielle}$). Cela peut résulter d'une hyperventilation (ce peut être provoquée par certaines drogues agissant sur les centres respiratoires).

La régulation de la respiration.

Le contrôle de la respiration est localisé dans les centres respiratoires (centre inspiratoire et centre expiratoire) bulbaires. Lorsque les neurones inspiratoires sont stimulés, les muscles respiratoires se contractent et provoquent l'inspiration, et les neurones expiratoires sont inhibés. Au bout de deux secondes environ le processus inverse se produit. Le bulbe contient également un centre chémosensible qui met en jeu des chémorécepteurs impliqués dans le contrôle de la respiration, tels que les corpuscules (glomi) carotidiens et les récepteurs aortiques de la crosse. Ces récepteurs répondent à une augmentation de la Pa_{co2} en provoquant l'inspiration.

Exercices.

1. Capacité pulmonaire totale.
2. Volume de réserve expiratoire.
3. Capacité vitale.
4. Volume résiduel.
5. Volume courant.
6. Volume de réserve inspiratoire.



Solutions

1. a.
2. d.

3. e.
4. f.
5. b.
6. c.

Chapitre 19

Le système digestif.

- **Les processus digestifs.**
- **Le péritoine**
- **L'histologie du tractus gastro-intestinal (GI).**
- **Les structures et les fonctions du tractus GI.**
- **Le transport des gaz.**
- **Les organes annexes.**
- **Exercices et corrigés.**

Les processus digestifs.

La nourriture que nous ingérons est destinée à être utilisée dans les cellules, au cours des réactions chimiques de synthèse des protéines, des glucides, des hormones et des enzymes. Elle est utilisée pour la division, la croissance et la réparation cellulaires ainsi que pour produire de la chaleur. Pour être utilisée par les cellules, la plupart des aliments doivent

d'abord subir une transformation mécanique et chimique pour pouvoir traverser la paroi intestinales et être transportés par le sang jusqu'aux cellules.

Les processus digestifs comprennent :

L'ingestion : prise de nourriture dans la bouche (processus mécanique) :
La mastication :
- Ecrasement des aliments (processus mécanique).
- Action de la salive (processus mécanique).
La déglutition : la nourriture est avalée (processus mécanique).
Le péristaltisme : vague de contractions qui déplacent la nourriture tout le long du tractus GI (processus mécanique).
L'absorption : passage des molécules issues de la dégradation des aliments, dans le système circulatoire ou lymphatique (processus mécanique et chimique).
La défécation : élimination des déchets non comestibles (processus mécanique) .

Le système digestif comprend une structure tubulaire, le tractus gastro-intestinal (GI) et les organes digestifs annexes. Le tractus GI s'étend de la cavité orale (la bouche) à l'anus. Les régions ou les organes du tractus GI sont la cavité orale, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle et le gros intestin. Le rectum et le canal anal sont situés à l'extrémité du gros intestin. Les organes digestifs annexes sont les dents, la langue, les glandes orales, le foie, la vésicule biliaire et le pancréas.

Le péritoine.

Les membranes séreuses qui forment le péritoine, tapisse la cavité abdominale et recouvrent les viscères (voir chapitre 1). Le péritoine pariétal tapisse la paroi de la cavité abdominale. Cette couverture péritonéale est en continuité avec le péritoine viscéral qui recouvre les viscères. L'espace délimité par le péritoine pariétal et le péritoine viscéral est la cavité péritonéale. La plupart des organes digestifs sont localisés dans cette cavité. Quelques uns, situés à l'extérieur de cette cavité, sont dits rétro-péritonéaux.

Tableau 19.1 Les replis du péritoine pariétal.

Le ligament falciforme.	Relie le foie au diaphragme et à la paroi abdominale antérieure.
Le petit omentum.	S'étend entre le foie et la petite courbure de l'estomac.
Le grand omentum.	S'étend de la grande courbure de l'estomac au colon transverse.
Le mésentère.	Relie l'intestin grêle à la paroi abdominale.
Le mésocôlon	Relie le gros intestin à la paroi abdominale.

L'histologie du tractus GI.

Tableau 19.2 Les quatre tuniques (couches histologiques).

Tunique.	Structure.	Fonction.
Muqueuse.	Epithélium cylindrique simple.	Sécrétion et absorption.
Sous muqueuse.	Très vascularisée ; innervé par des fibres autonomes.	Absorption.
Musculeuse.	Muscle lisse.	Péristaltisme.
Séreuse viscérale(adventiste).	Péritoine viscéral.	Soutien et protection.

Les structures et les fonctions du tractus GI.

La cavité orale. La cavité orale ingère la nourriture, la broie, la mélange à la salive ; elle amorce la digestion des glucides ; elle forme puis avale le bol alimentaire.

- **Les dents :** quatre types de dents ;
  - Les incisives (4 supérieures, 4 inférieures) pour couper et cisailler la nourriture.
  - Les canines (2 supérieures et 2 inférieures) pour tenir et déchirer.
  - Les prémolaires (4 supérieures et 4 inférieures)
  - Les molaires (6 supérieures et 6 inférieures) pour broyer et écraser la nourriture.

- **La langue :** déplace la nourriture dans la bouche pendant la mastication ; participe à la déglutition ; produit les sons articulés ; localisation des bourgeons du gout.

- **Les glandes orales (salivaires) :** au nombre de trois ; les glandes parotides au dessus du muscle masséter ; les glandes submandibulaires inférieures à la base de la langue ; les glandes sublinguales sous la langue, produisent la salive et amorcent la digestion des glucides.

- **Le palais :** toit de la cavité orale, composé du palais dur antérieur et du palais mou postérieur. Le palais mou ferme le nasopharynx pendant la déglutition.

- **Le pharynx :** conduit en forme d'entonnoir qui relie les cavités orale et nasale à l'œsophage et à la trachée. Fonction de déglutition.

- **L'œsophage :** tube musculaire situé dans le thorax derrière la trachée, qui relie le pharynx à l'estomac. Transport du bol alimentaire par péristaltisme jusqu'à l'estomac.

- **L'estomac :** les différentes régions de l'estomac sont représentées sur la figure 19.1. L'estomac reçoit le bol alimentaire provenant de l'œsophage ; mélange le bol alimentaire et le suc gastrique pour former le chyme ; amorce la digestion des protéines ; absorption limitée ; envoie le chyme vers le duodénum. Les tuniques comportent des spécialisations supplémentaires : une couche supplémentaire de muscle lisse, la couche oblique ; des replis longitudinaux de la muqueuse appelés, plis gastriques, et des glandes gastriques qui produisent le suc gastrique.

- **L'intestin grêle :** Région située entre l'estomac et le gros intestin qui mesure 6 à 7 m de long environ. Il reçoit le chyme provenant de l'estomac, la bile produite par le foie et les sucs gastriques ; il assure la dégradation chimique et mécanique du chyme ; il absorbe les nutriments ; et il transporte les déchets jusqu'au gros intestin. Des spécialisations de l'intestin

grêle favorisent l'absorption. Les plis circulaires et les villosités, qui sont des saillies digitiformes de la muqueuse, augmentent la surface d'absorption. Chaque villosité contient un réseau de capillaires et un vaisseau lymphatique, vaisseau chylifère. L'absorption correspond au passage des molécules issues de la digestion, dans ces vaisseaux, à travers les microvillosités (micro projections à la surface des villosités). La base des villosités, se trouvent les glandes intestinales qui secrètent des enzymes digestives.

- **L'appendice :** constitué de tissu lymphatique est rattaché au caecum. Les tuniques, muqueuse et sous muqueuse, forment des poches appelées haustrations ; la musculeuse présente des renflements appelés les bandes longitudinales. Les appendices épiploïques sont des poches remplies de graisses situées au niveau de l'adventice.

Tableau 19.3 La composition du suc gastrique.

Composé.	Origine.	Fonction.
Acide chlorhydrique.	Cellules pariétales.	Convertit le pepsinogène en pepsine ; tue les agents pathogènes.
Pepsinogène.	Cellules principales.	Précurseur de la pepsine.
Pepsine.	Produit à partir du pepsinogène en présence d'HCl.	Protéase.
Mucus.	Cellules à Mucus.	Protège la muqueuse.
Facteur intrinsèque.	Cellules pariétales.	Favorise l'absorption de la vitamine B12.
Sérotonine et histamine.	Cellules endocrines.	Régulation autocrine.
Gastrine.	Cellules G.	Stimule la sécrétion d'HCl et de pepsine.

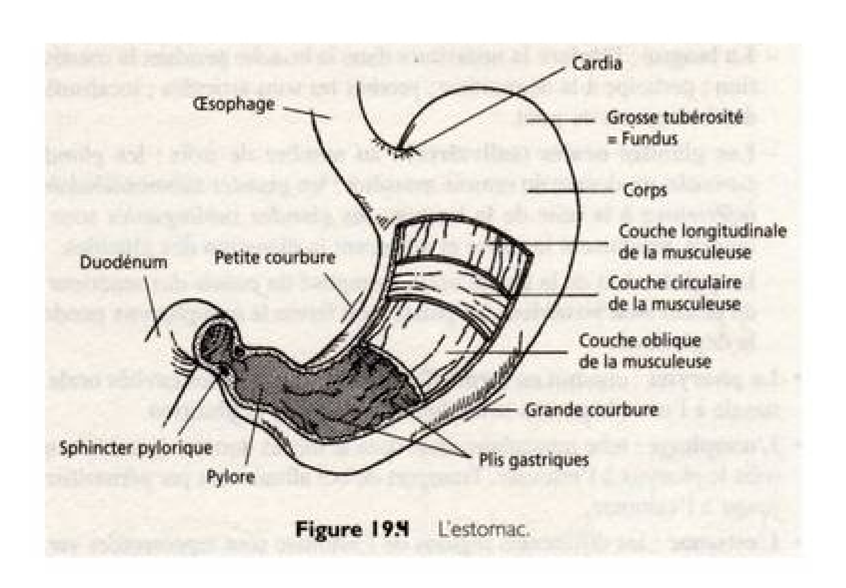


Figure 19.4 L'estomac.

• **NOTER.**

Les différentes parties de l'intestin grêle.
Le duodénum : s'étend du sphincter pylorique de l'estomac jusqu'à l'angle duodénal-jéjunal (environ 25 cm de long). Les canaux cholédoque et pancréatique se rejoignent pour former l'ampoule hépato-pancréatique qui s'ouvre dans le duodénum.
Le jéjunum : Portion moyenne de l'intestin grêle. Caractérisé par des replis profonds de la muqueuse et de la sous muqueuse, les plis circulaires.
L'iléum : relie le caecum au gros intestin au niveau de la valve iléocæcale.

• **SAVOIR**

Les enzymes intestinales et leurs actions.

Peptidase.	Dégrade les protéines en acides amines.
Glycosidase.	Dégrade les disaccharides en monosaccharides (maltase et lactase).
Lipase.	Dégrade les lipides en acides gras et glycérol.
Amylase.	Dégrade l'amidon et le glycogène en disaccharides.
Nucléase.	Dégrade les acides nucléiques en nucléotides.
Entérokinase.	Active la trypsine sécrétée par le pancréas.

• **SAVOIR.**

Les différentes parties du gros intestin.
Le caecum : premier segment, ressemble à une poche dilatée.
Le colon ascendant : s'étend dans la partie supérieure droite de l'abdomen, du caecum jusqu'à l'angle hépatique du colon, au niveau du foie.
Le colon transverse : traverse la partie supérieure de la cavité péritonéale.
Le colon descendant : s'étend dans la partie inférieure gauche, de l'angle splénique jusqu'au bassin.
Le colon sigmoïde : Segment terminal du gros intestin.

Les organes annexes.

- **Le foie.**

Les lobes du foie sont :
- le lobe droit et le lobe gauche, séparés par le ligament falciforme ;
- Le lobe caudé, près de la veine cave inférieure.
- Le lobe carré, entre le lobe gauche et la vésicule biliaire.

Le foie reçoit le sang oxygéné de l'artère hépatique, une ramification de l'artère cœliaque. Il reçoit également le sang de la veine porte hépatique, chargé de nutriments provenant du tractus GI. Le sang artériel et le sang veineux se mélangent dans les sinusoïdes hépatiques. Les cellules hépatiques extraient du sang l'oxygène, les nutriments et certaines substances toxiques.

Les fonctions du foie sont les suivantes :

- Synthèse, stockage et sécrétion des vitamines ; synthèse, stockage et dégradation du glycogène.
- Synthèse des protéines du sang.
- Phagocytose des GR et des cellules blanches qui ne sont plus fonctionnels et des bactéries.
- Elimination des composés toxiques.
- Production de la bile, qui émulsifie les graisses dans le duodénum.

- **La vésicule biliaire.** Organe en forme de poche, rattaché à la face inférieure du foie. Stocke et concentre la bile. La bile, produite dans le foie, s'écoule dans le duodénum par l'ampoule hépato-pancréatique (formée par les canaux cholédoque et pancréatique). Lorsque l'intestin grêle est vide, la bile reflue par le canal cystique vers la vésicule biliaire, pour y être stockée.

- **Le pancréas.** S'étend horizontalement le long de la partie postérieure de la paroi abdominale, adjacent à la grande courbure de l'estomac. La fonction endocrine du pancréas est traitée au chapitre 13. Les sécrétions exocrines agissent sur les trois groupes d'aliments.

Exercices.

1. … contient un vaisseau lymphatique, le vaisseau chylifère, qui joue un rôle dans l'absorption des graisses.
2. … est une membrane séreuse qui tapisse la paroi de la cavité abdominale et recouvre les viscères.
3. … est la partie spécifique du mésentère qui soutient le gros intestin.
4. Les liquides et la nourriture dans l'estomac forment une pate appelée…
5. Les capillaires à l'intérieur des… de l'intestin grêle sont les sites d'absorption vers le système circulatoire.

Solutions.

1. Une villosité.
2. Le péritoine.
3. Le mésocôlon.
4. le chyme.
5. Villosités.

Chapitre 20

Le métabolisme et la régulation de la température corporelle.

- **Le métabolisme.**
- **Le métabolisme glucidique.**
- **Le métabolisme lipidique.**
- **Le métabolisme protéique.**
- **La régulation hormonale du métabolisme.**
- **La régulation de la température corporelle.**
- **Exercices et corrigés.**

Le métabolisme.

Les aliments sont d'abord digérés puis absorbés et finalement métabolisés. Le métabolisme est l'ensemble de toutes les réactions chimiques de l'organisme. Il comprend le catabolisme, c'est-à-dire l'ensemble des réactions de dégradation qui fournissent l'énergie (sous forme d'ATP) et l'anabolisme, c'est-à-dire l'ensemble des réactions de synthèse qui nécessitent de l'énergie. Toutes les réactions métaboliques de l'organisme, qu'elles soient cataboliques ou

anaboliques, sont catalysés par des enzymes. Les substances issues de la dégradation des aliments, qui entrent dans le métabolisme, sont des nutriments. On les classe en glucides, lipides (graisses) protéines, vitamines, sels minéraux et eau.

Le métabolisme glucidique.

L'apport alimentaire moyen humain est représenté essentiellement par les polysaccharides et les disaccharides. Au cours de la digestion ces molécules sont dégradées en monosaccharides qui sont le glucose, le fructose et le galactose. Le foie convertit ensuite le fructose et le galactose en glucose. Le glucose est la molécule à partir de laquelle de l'énergie est produite. Les équations chimiques du métabolisme du glucose sont les suivantes :

Voie aérobie (utilise de l'oxygène). Voir figure 20.1.

$C_6H_{12}O_6$ → $6\ O_2$ + $6\ CO_2$ + $6\ H_2O$ + énergie (36 ou 38 ATP) + chaleur.
Glucose, oxygène, dioxyde de carbone, eau, adénosine triphosphate

Voie anaérobie (glycolyse , n'utilise pas d'oxygène).

$C_6H_{12}O_6$ → $2\ C_3H_4O_3$ ou $2\ C_3H_6O_3$ + énergie (2ATP) + chaleur.
Glucose, acide pyruvique, acide lactique

Le glycose fonctionne plus rapidement que la voie aérobie mais fournit beaucoup moins d'énergie, et produit de l'acide lactique, responsable de la sensation de fatigue précoce pendant l'effort. Une activité physique qui utilise uniquement de l'énergie produite en anaérobiose, ne peut pas se dérouler que pendant une courte durée. Les dix étapes de la glycolyse se déroulent dans le cytoplasme des cellules. Le cycle de Krebs (9 étapes, 10 enzymes) et les réactions d'oxydoréduction de la chaine de transport d'électrons se déroulent dans la mitochondrie.

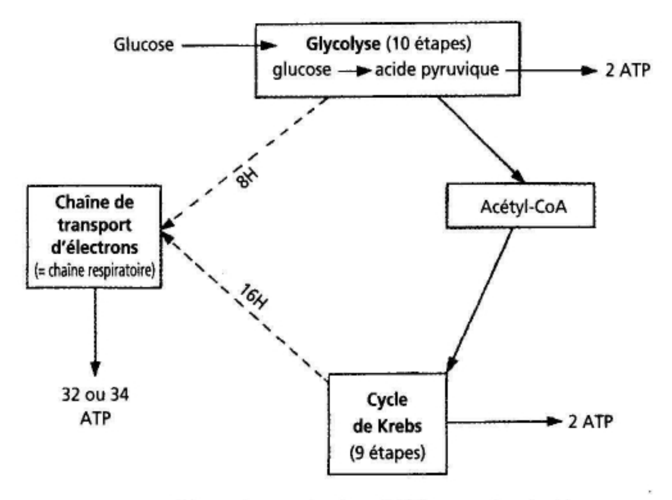


Figure 20.1 La production d'ATP par voie aérobie.

L'intégrité du glucose qui entre dans les cellules n'est pas métabolisée aussitôt pour produire de l'énergie. Les molécules de glucose en excès sont polymérisées pour former une molécule de stockage, le glycogène. Lorsque l'organisme a besoin d'énergie, le glycogène stockée dans le foie et dans le muscle, est dégradée pour fournir du glucose sanguin. Ce processus inverse, la glycogénolyse, est déclenché par une hormone pancréatique, le glucagon et par les hormones surrénaliennes, l'adrénaline et la noradrénaline.

Les protéines te les lipides peuvent être convertis en glucose par la néoglucogenèse. Ce processus peut être activé par cinq hormones : le cortisol, la thyroxine, le glucagon , l'hormone de croissance et l'adrénaline.

Le métabolisme lipidique.

Après les glucides, les lipides sont la deuxième source de production d'énergie sous forme d'ATP. Les lipides entrent dans la composition de nombreuses structures cellulaires et d'hormones. Le métabolisme lipidique est schématisé sur la figure 20.2.

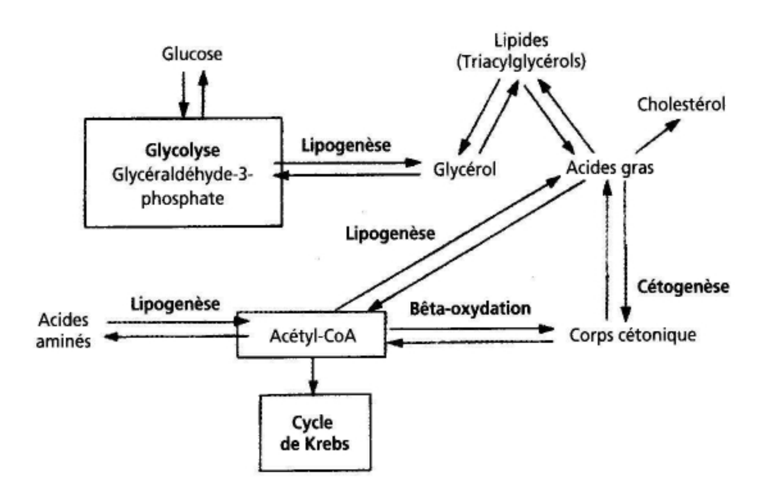


Figure 20.2 Le métabolisme lipidique.

Lorsque l'apport alimentaire excède les besoins de l'organisme, l'excédent est converti en graisses qui sont stockées. Lorsque les lipides du stockage sont catabolisés, le glycérol formé peut entrer dans la voie de la glycolyse pour produire de l'énergie ou du glucose, et les acides gras formés peuvent être dégradés dans la voie de la béta-oxydation, pour produire de l'acétyl-CoA . Le processus anabolique de synthèse des lipides à partir de glucose ou d'acides aminés est la lipogenèse.

Le métabolisme protéique.

Les protéines ont un rôle essentiel dans la structure et la fonction de la cellule. Le métabolisme protéinique est schématisé sur la figure 20.3. Les acides aminés des protéines peuvent être utilisés pour produire de l'énergie lorsque d'autres sources ne peuvent pas être dans le cycle de Krebs.

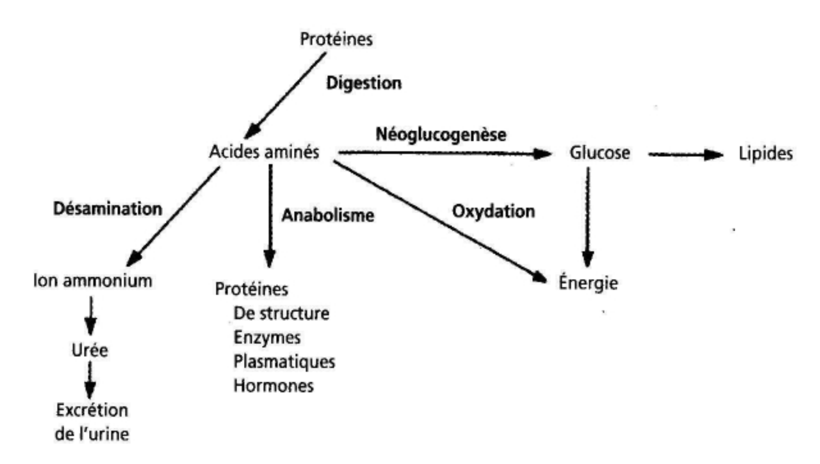


Figure 20.3 Le métabolisme protéique.

La régulation hormonale du métabolisme.

Tableau 20.1. La régulation hormonale du métabolisme.

Hormone.	Action au niveau du métabolisme.
Insuline.	Favorise l'entrée du glucose dans les cellules ; la glycogenèse, la lipogenèse, l'entrée des acides aminés dans les cellules et la synthèse des protéines. Inhibe la lipolyse.
Glucagon et adrénaline.	Favorisent le glycogénolyse, la néoglucogenèse, et la synthèse des protéines.
Thyroxine.	Favorise la glycogénolyse, la néoglucogenèse, et la lipolyse
Hormone de croissance.	Favorise l'entrée des acides aminés dans les cellules, la synthèse des protéines, la glycogénolyse, et la lipolyse.
Cortisol.	Favorise la néoglucogenèse, la lipolyse et la dégradation des protéines.
Testostérone.	Favorise la synthèse des protéines.

La vitesse du métabolisme varie également en fonction de la croissance de l'organisme, de la température corporelle, et des stimulations du système sympathique.

La régulation de la température corporelle.

L'activité du métabolisme forme en permanence un sous produit la chaleur, qui est dégagé continuellement dans l'environnement. L'organisme ajuste les pertes et les gains de chaleur.

Exercices

Vrai ou faux ?

1. Le glucagon est une hormone qui favorise l'entrée du glucose dans les cellules.
2. Les lipides et les protéines peuvent tous les deux être convertis en glucose.
3. Le métabolisme aérobie produit plus d'ATP que le métabolisme anaérobie.
4. Tous les glucides ingérés sont convertis en glucose et catabolisés sous cette forme.
5. Tous les processus qui concernent le catabolisme du glucose (glycolyse, cycle de Krebs) se déroulent dans les mitochondries.

6. Solutions

1. Faux.
2. Vrai
3. Vrai.
4. Vrai.
5. Faux.

Chapitre 21

Le système urinaire.

- **Les éléments du système urinaire.**
- **Le néphron et ses fonctions.**
- **La concentration de l'urine.**
- **La balance acido-basique.**
- **La miction.**
- **Exercices et corrigés.**

Le système urinaire joue un rôle central dans la régulation de la composition des liquides du corps(balance hydrique, électrolytique et acido-basique). Il assure également l'élimination des déchets métaboliques et des substances étrangères (composés chimiques toxiques, médicaments). Les reins ont également une fonction endocrine moins importante.

Les éléments du système urinaire.

- **Les reins.** Les reins sont situés de chaque côté de la colonne vertébrale dans la cavité abdominale, entre la douzième paires de vertèbres thoraciques et la troisième paires de vertèbres lombaires. Ils forment l'urine . La structure macroscopique du rein est schémaystisé sur la figure 21.

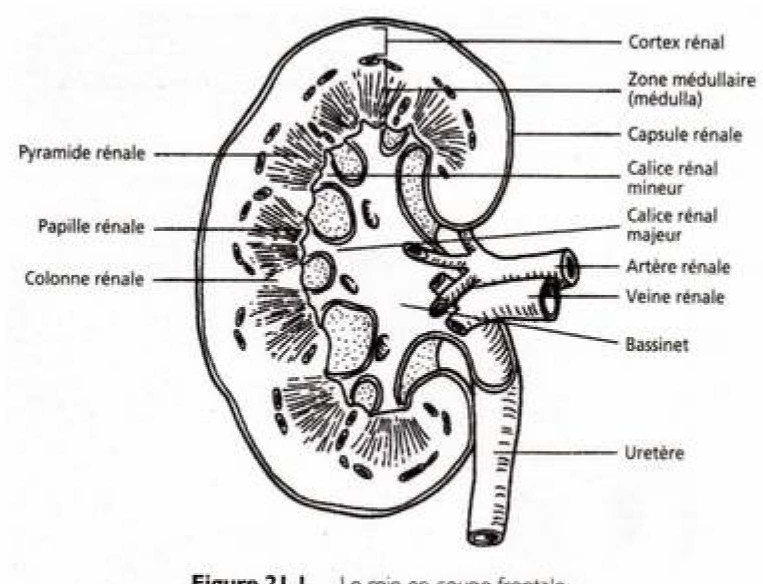


Figure 21.1 Le rein en coupe frontale.

- **Les uretères.** Les uretères transportent l'urine des pelvis rénaux (bassinets) jusqu'à la vessie. Les uretères sont des organes rétropéritonéaux.

- **La vessie**. La vessie est située derrière la symphyse pubienne et devant le rectum. Elle assure le stockage de l'urine. Elle est constituée de quatre tuniques : la plus interne, la muqueuse, est constituée de replis qui permettent la distension de la vessie ; la sous-muqueuse, richement vascularisée ; la musculeuse qui est une couche de muscle lisse (le muscle détrusor) ; et la séreuse, en continuité avec le péritoine. Le plancher de la vessie est une région triangulaire appelée trigone. Chacun des angles du triangle comporte un orifice, latéral pour les deux uretères et apical pour l'urètre. Des fibres sympathiques innervent le trigone, les orifices urétéraux et les vaisseaux sanguins ; des fibres parasympathiques innervent les muscles lisses de la paroi.

- **L'urètre ;** L'urètre transporte l'urine de la vessie jusqu'à l'extérieur du corps. Deux muscles assurent la constriction de l'urètre permettant le remplissage de la vessie, un muscle lisse, le sphincter interne de l'urètre et un muscle squelettique, le sphincter urétral externe. Chez la femme l'urètre mesure environ 4 cm de long, et chez l'home environ 20 cm. Chez l'homme, l'urètre spongieux assure également le transport du sperme pendant l'éjaculation.

Tableau 21.1 la circulation sanguine à travers le rein.

Artère rénale → artères interlobaires → artères sus-pyramidales → Artères interlobulaires → arterioles afférente → glomérule → Artérioles efférentes → capillaires péritubulaires et vasa recta → Veines interlobulaires → veines sus-pyramidales → Veines interlobaires → veine rénale.

Le néphron et ses fonctions.

La figure 21.2 représente l'unité fonctionnelle (qui forme l'urine) du rein, le néphron.

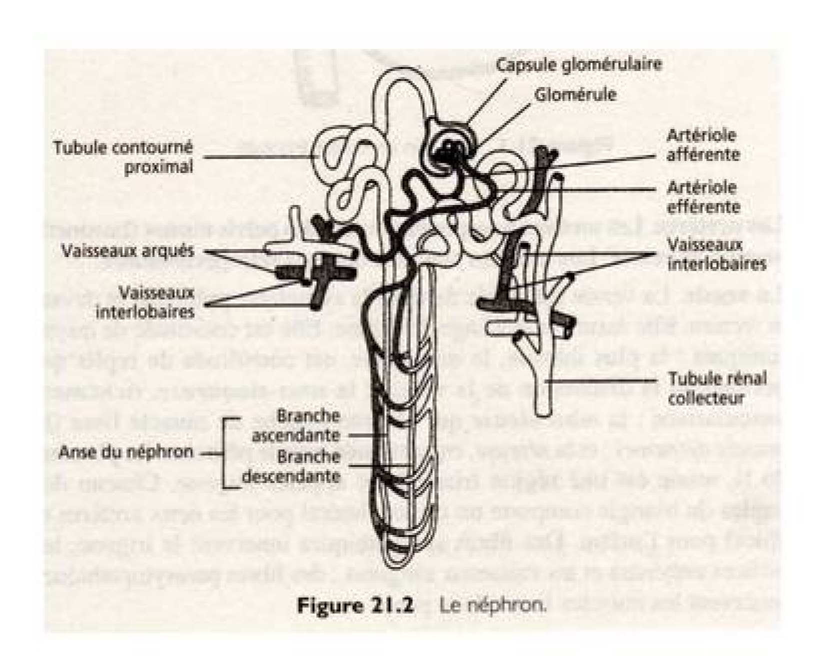


Figure 21.2 Le néphron.

Il ya plus d'un million de néphrons dans un rein. Les structures qui constituent le néphron sont décrites dans le tableau 21.2.

Tableau 21.2 Les structures du néphron.

Le glomérule.	Réseau de capillaires très perméables.
La capsule glomérulaire.	Structure en forme de coupe à double paroi composée d'un épithélium pavimenteux. La couche interne est composée de cellules spécialisées, les podocytes, étroitement associés aux capillaires. Site de la filtration glomérulaire.
Le tube contourné proximal.	Epithélium cubique simple comprenant des microvillosités pour augmenter la surface d'échanges. Site principal de la réabsorption et de la sécrétion tubulaire.
L'anse du néphron (anse de Henlé).	Branches ascendante et descendante. Rôle dans le mécanisme de concentration de l'urine.
Le tube contourné distal.	Plus court que le tube contourné proximal. Contient des cellules sensorielles spécialisées sensibles à la concentration en NaCl, et qui forment la macula densa. Réalise une partie de la réabsorption et de la sécrétion tubulaires. Rejoint le canal collecteur qui draine la pyramide rénale.

- **L'appareil juxtaglomérulaires :** Les cellules de la macula densa et les cellules juxtaglomérulaires spécialisées de l'artériole afférente forment un appareil sensoriel qui détecte les variations de la pression sanguine. Un changement de la pression sanguine ou une augmentation de la concentration en NaCl, au niveau du tube distal stimule la sécrétion de rénine par les cellules juxtaglomérulaires. Ce phénomène active le système rénine-angiotensine.

- **La filtration glomérulaire :** les liquides et les solutés du plasma sanguin glomérulaire passent dans la capsule glomérulaire. Le filtrat glomérulaire a la même composition que le plasma sanguin, sans les protéines. Le débit de filtration (DFG) est le volume de filtrat formé par tous les néphrons en une minute.

- **La réabsorption tubulaire :** environ 99% du filtrat qui transite dans le tubule est transformé activement ou passivement vers le liquide interstitiel, puis pénètre dans les capillaires péritubulaires ; 1% du filtrat est excrété sous forme d'urine. La plupart des solutés sont réabsorbés : 100% du glucose, 99,5% du sodium et 50% de l'urée.

- **La sécrétion tubulaire :** des substances qui peuvent être toxiques comme l'hydrogène, le potassium, des poisons, des médicaments et les toxines métaboliques passent dans les capillaires vers le liquide interstitiel puis sont excrétés dans la lumière des tubules.

IMPORTANT.

Les trois fonctions du néphron.
- La filtration glomérulaire.
- La réabsorption tubulaire.
- La sécrétion tubulaire.

La concentration de l'urine.

1. L'élaboration par les reins d'une urine diluée ou concentrée dépend, d'une part, d'un mécanisme d'échange à contre courant et, d'autre part du taux d'hormones antidiurétique (ADH) circulante sécrétée par la neurohypophyse.

2. Dans la branche ascendante de l'anse du néphron, les ions Cl- et Na+ sont expulsés activement hors des tubules vers le liquide interstitiel de la zone médullaire (médulla), ce qui crée une forte pression osmotique dans la médulla (gradient de concentration élevée en solutés entre l'intérieur du tubule et la zone médullaire). La branche ascendante est imperméable à l'eau et au fur et à mesure de l'expulsion de Cl- et Na+, le liquide tubulaire devient de plus en plus dilué.

3. Na+ et Cl- diffusent dans la lumière de la branche descendante du tubule. La branche descendante est perméable à l'eau. A cause de la forte pression osmotique dans la zone médullaire, l'eau diffuse hors du tubule vers le liquide interstitiel de la zone médullaire. Par conséquent, le liquide tubulaire dans la branche descendante est plus concentré.

4. Les ions sont transportés activement des tubes collecteurs vers le liquide interstitiel, alors que l'urée diffuse passivement du liquide interstitiel vers la lumière des tubes collecteurs.

5. Les vasa recta sont des vaisseaux dont la paroi est fine et qui sont parallèles aux anses des néphrons. Les ions Na+ et Cl-, ainsi que l'eau, diffusent à l'intérieur des vasa recta descendants et Na+ et Cl- diffusent hors des vasa recta ascendants. Ces vaisseaux servent d'échangeurs à contre courant.

6. La quantité d'eau réabsorbée à partir des tubules contournés et des tubes collecteurs dépend des taux d'ADH. Lorsque de faibles quantités d'ADH sont sécrétées par la neurohypophyse, ces tubes sont imperméables à l'eau ; une urine diluée est excrétée. Lorsque les taux d'ADH sont élevés, la perméabilité de la paroi de ces tubes vis-à-vis de l'eau augmente fortement ; l'eau diffuse vers le liquide interstitiel ou règne une forte pression osmotique, et une urine plus concentrée est excrétée.

La balance acido-basique.

Dans le cas d'une acidose, des quantités plus importantes de protons sont sécrétées dans la lumière des tubules rénaux et des ions bicarbonate sont réabsorbés par les tubules. Dans le cas d'une alcalose, des quantités plus faibles de protons sont sécrétés et moins d'ions bicarbonate sont réabsorbés. Deux systèmes tampons dans le liquide tubulaire permettent l'excrétion des protons dans l'urne :

Le système tampon phosphate : $HPO_{32-} + H^{+} \rightarrow H_2HPO_{4-}$
Le système tampon ammoniac/ammonium : $NH_3 + H^{+} \rightarrow NH_{4+}$

La miction.

La miction est le processus physiologique d'émission de l'urine. La distension de la vessie envoie des signaux sensoriels conduits par des neurones sensitifs jusqu'à la moelle épinière puis jusqu'à l'encéphale. Des influx parasympathiques stimulent la contraction de muscle détrusor et le relâchement du sphincter urétral interne. Le relâchement volontaire du sphincter urétral externe entraine la miction.

Exercices.

1. Associer :

(1) Rénine	(a) Au contact de la macula densa des capillaires.
(2) Cellules juxtaglomérulaires	(b) Sécrétion des cellules juxtaglomérulaires.
(3) Miction	(c) Conduit qui relient les reins à la vessie.
(4) Uretère	(d) Unité fonctionnelle du rein
(5) Néphron	(e) Evénements physiologiques conduisant à l'émission de l'urine.

2. Compléter :

a) Le muscle … de la paroi de la vessie se contracte pendant la miction , expulsant l'urine hors de la vessie.
b) … est l'hormone qui régule la réabsorption de l'eau au niveau du tubule contourné distal.
c) … cheminent parallèlement aux anses des néphrons et iont un rôle d'échangeurs à contre-courant.

Solutions.

1. Réponse.

(1) b.
(2) a.
(3) e.
(4) c.
(5) d.

2. Réponse.

a) détrusor
b) l'hormone antidiurétique (ADH)
c) les vasa recta.

La balance hydrique et électrolytique.

- **La répartition de l'eau dans le corps.**
- **Les concentrations en solutés.**
- **L'équilibre hydrique.**
- **Les électrolytes.**
- **Exercices et corrigés.**

La répartition de l'eau dans le corps.

L'eau est la substance la plus abondante du corps, puisqu'elle correspond de 40 à 80% du poids corporel. L'eau est nécessaire au déroulement de toutes les réactions métaboliques. L'eau du corps se répartit essentiellement entre deux compartiments : le compartiment intracellulaire (à l'intérieur des cellules, 35 à 40% du poids du corps). Le compartiment extra cellulaire est répartit dans tout le corps.

L'eau participe à la régulation de la température corporelle, est nécessaire aux réactions d'hydrolyse, assure la turgescence cellulaire et participe au maintient de l'homéostasie.

Répartition du liquide extracellulaire.

Plasma sanguin. 4-5 % du poids corporel.

Liquide interstitiel 11-15% du poids corporel.

- Lymphe.
- Liquides transcellulaires :

- Liquide céphalo-rachidien.
- Liquide des yeux.
- Liquide synovial.
- Liquide des cavité pleurale, péricardique et péritonéale.

Les concentrations en soluté.

On peut exprimer la concentration en soluté de deux façons.

- En pourcentage.

= gramme de soluté/100mL de solution.
= grammes de soluté/dL de solution.

- En molarité. (Concentration molaire) :

La MM est la masse molaire du soluté. Une mole de soluté pèse MM grammes, par suite,

Nombre de moles de solutés = (grammes de solutés) MM
Molarité (M) = (nombre de moles de soluté) / (litres de solution.

L'équilibre hydrique du compartiment extracellulaire est maintenu par la régulation de l'osmolarité des liquides qui le constituent. L'osmolarité d'un liquide d'un corps correspond à la somme des concentrations en chacun des solutés de la solution. L'osmolarité du compartiment extracellulaire est normalement égale à celle du compartiment extracellulaire.

Tableau 22.1 Les concentrations moyennes (exprimées en mmol/L) des solutés les plus importants de l'organisme.

Liquide.	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+-}	Cl^-	Acides aminés	Glucose mg%
Extracellulaire.	142	4	5	3	103	5	90
Intracellulaire.	10	140	1	58	4	40	0-20

L'équilibre hydrique.

Dans des conditions normales, les entrées et les pertes d'eau sont égales de sorte que le volume du corps soit constant. Lorsque les entrées sont supérieures aux pertes, la balance est positive (hydratation). Inversement lorsque les pertes sont supérieures aux entrées, la balance est négative (déshydratation). Les quantités d'eau consommées et d'urine formées, sont les deux mécanismes majeurs de régulation du contenu en eau du corps.

La régulation hydrique est un mécanisme inconscient qui met en jeu des osmorécepteurs situés dans l'hypothalamus. Ces récepteurs sont sensibles à l'osmolalité du sang et déterminent plus ou moins d'eau est nécessaire pour maintenir une osmolalité correcte. Si le sang est trop concentré, la soif est déclenchée et nous buvons. La neurohypophyse sécrète de l'ADH qui agit sur la réabsorption de l'eau par les tubes collecteurs et les tubules rénaux, et qui diminue le volume d'urine excrétée. Lorsque le sang est trop dilué, la sensation de soif est abolie et la sécrétion d'ADH est inhibée, ce qui augmente le volume d'urine excrétée. Sans en être conscient, un être humain peut éliminer jusqu'à un litre d'eau en 24 heures. Ce sont des pertes d'eau obligatoires, par les poumons et la peau.

Lorsqu'il y a une diminution de la quantité d'eau libre dans le compartiment extracellulaire, le liquide extracellulaire devient trop concentrée en solutés (augmentation de l'osmolarité) : il est hypertonique. Lorsque la quantité d'eau augmente, le liquide est trop dilué : il est hypotonique.

Les électrolytes.

Les électrolytes sont des composés chimiques formés de liaisons ioniques, qui se dissocient en particules chargées (cations et anions) lorsqu'ils sont dissous dans les liquides du corps. Les acides, les bases et les sels sont des exemples d'électrolytes. Les non électrolytes sont formés de liaisons covalentes. De nombreuses molécules organiques sont des non-électrolytes.

Rappelez-vous !

Les fonctions des électrolytes.
- Régulation de l'osmolarité.
- Maintient de la balance acido-basique.
- Fournissent les éléments minéraux essentiels.
- Participent à toutes les activités cellulaires.

Exercices.

1. Compléter.

a) Un liquide du corps trop concentré en solutés, est dit…
b) La régulation hydrique se fait par des mécanismes automatiques qui mettent en jeu des… situés dans l'hypothalamus.
c) Les … forment des ions lorsqu'ils sont dissous dans les liquides du corps.
d) les… sont formés de liaisons covalentes et ne s'ionisent pas lorsqu'ils sont en solution dans les liquides du corps.

2. Vrai ou faux ?

a) Par le mécanisme des pertes obligatoires, un individu peut éliminer jusqu'à un litre d'eau sur une période de 24 heures, sans en être conscient ?
b) Les deux mécanismes majeurs de régulation hydrique sont la quantité d'eau consommée et la quantité d'urine produite.

Solutions.

1. Réponse.

a) Hypertonique
b) Osmorécepteurs.
c) Electrolytes.
d) Non-électrolytes.

2. Réponse.

a) Vrai.
b) Vrai.

Introduction au corps humain.

- **La formation des gamètes.**
- **Les organes génitaux primaires et secondaires.**
- **Le système génital de l'homme.**
- **Le système génital de la femme.**
- **Le cycle hormonal de la femme.**
- **La fécondation et la grossesse.**
- **Exercices et corrigés.**

La formation des gamètes.

Les gamètes ou cellules sexuelles, sont les cellules de la reproduction. Ce sont des cellules haploïdes, contenant chacun la moitié du matériel génétique total (soit 23 chromosomes uniquement). La fécondation d'un ovocyte par un spermatozoïde produit une cellule diploïde normale, le zygote contenant 23 paires de chromosome. L'une de ces 23 paires détermine le sexe. Les chromosomes sexuels sont de deux sortes, X et Y.

IMPORTANT !

La détermination du sexe.

XX = femme : tous les ovocytes produits contiennent un seul chromosome X.
XY = homme : autant de spermatozoïdes X que de spermatozoïdes Y sont produits.
Le sexe de l'individu formé dépend du contenu, X ou Y, du spermatozoïde fécondant.

La spermatogenèse est le processus par lequel les spermatozoïdes sont formés dans les testicules. L'ovogenèse est le processus qui aboutit à la formation des ovocytes dans les ovaires. Les deux processus se mettent en jeu une division cellulaire particulière, appelée la méiose. Au cours de la méiose (figure3.1), chaque chromosome se réplique, identique à lui-même, comme pendant la mitose. Cependant, au cours de la méiose, chaque chromosome répliqué s'accroche à son homologue sur toute sa longueur, formant des tétrades de quatre chromatides. Deux divisions sont nécessaires pour réaliser la répartition des chromatides de la tétrade dans chacune des quatre cellules filles, qui contient alors la moitié du nombre initial de chromosomes.

Les mécanismes nucléaires de la méiose sont identiques chez l'homme et chez la femme mais les mécanismes cytoplasmiques sont différents, de sorte que :

1 spermatocyte primaire $\rightarrow$ 4 spermatozoïdes
1 ovocyte primaire $\rightarrow$ 1 ovule.

Les organes génitaux primaires et secondaires.

Les organes génitaux primaires, ou gonades sont les testicules chez l'homme et les ovaires chez la femme. Les gonades sont des glandes mixtes, qui produisent à la fois des cellules et des hormones. Les organes génitaux secondaires, ou annexes, sont les structures qui subissent une maturation à la puberté sous l'action des hormones sexuelles, qui ont un rôle de protection et de transport des gamètes. Les caractères sexuels secondaires sont les caractères responsables de l'attirance sexuelle.

Le système génital de l'homme.

Chez l'homme, les organes génitaux sont formés avant la naissance, sous l'action de la testostérone sécrétée par les gonades (testicules). Au cours de la puberté, les organes sexuels secondaires subissent une maturation et deviennent fonctionnels. Les organes génitaux (figure 23.1) et leurs fonctions sont listés ci-dessus.

1. **Les testicules.** Les testicules sont enveloppés dans un sac de peau, le scrotum. Chaque testicule est recouvert de deux couches de tissu, la tunique vaginale externe qui est une enveloppe fine dérivée du péritoine et la tunique albuginée interne qui est une membrane fibreuse résistante formant une capsule autour des testicules. Les spermatozoïdes sont produits dans les tubes séminifères des testicules et migrent dans le rete testis pour y subir une maturation. Ils sont ensuite transportés hors des testicules, par une série de canaux efférents jusqu'à l'épididyme pour y subir une dernière étape de maturation. Les spermatozoïdes matures sont stockés dans l'épididyme et dans la première portion du canal déférent. Les testicules produisent également des hormones sexuelles mâles, les androgènes, sécrétés par les cellules interstitielles. Dans les testicules, les cellules de Sertoli fournissent les composés nécessaires au développement des gamètes.

2. **Les canaux spermatiques et les glandes annexes.** Pendant l'éjaculation les spermatozoïdes matures passent par une série de canaux. Ils passent du canal déférent au canal éjaculateur ou ils sont mélangés aux sécrétions de la vésicule séminale. Ils passent ensuite dans l'urètre prostatique qui reçoit les sécrétions de la prostate. Ils sont transportés ensuite dans l'urètre membraneux puis spongieux, dans le pénis. Les glandes bulbo-urétrales sont des glandes annexes à la base du pénis. Les glandes annexes produisent des sécrétions alcalines qui participent à la formation du sperme. Ces sécrétions ont un rôle nourricier , activent la mobilité des spermatozoïdes et leur caractère alcalin leur permet de neutraliser l'environnement acide de l'urètre et du vagin.

3. **Le pénis.** Le pénis comprend une racine fixe, un corps mobile et se termine par un renflement, le gland du pénis. Le pénis est un organe spécialisé composé de trois colonnes de tissu érectile qui se remplissent d sang (vasodilation) permettant la pénétration du pénis dans le vagin pendant les rapports sexuels. L'urètre est également un conduit urinaire. L'érection est réalisé lorsque la quantité de sang qui entre dans les artères du pénis est supérieure à celle qui en sort par les veines. Des influx sympathiques stimulent l'érection et provoquent l'éjaculation, correspondant à l'expulsion du sperme par l'urètre.

Rappelez-vous !

Les glandes accessoires.
Les vésicules séminales.
La prostate.
Les glandes bulbo-urétrales

• **Savoir.**

Les tissus érectiles du pénis.
Les corps caverneux : deux corps érectiles dorsaux.
Le corps spongieux : tissu érectile ventral qui entoure l'urètre.

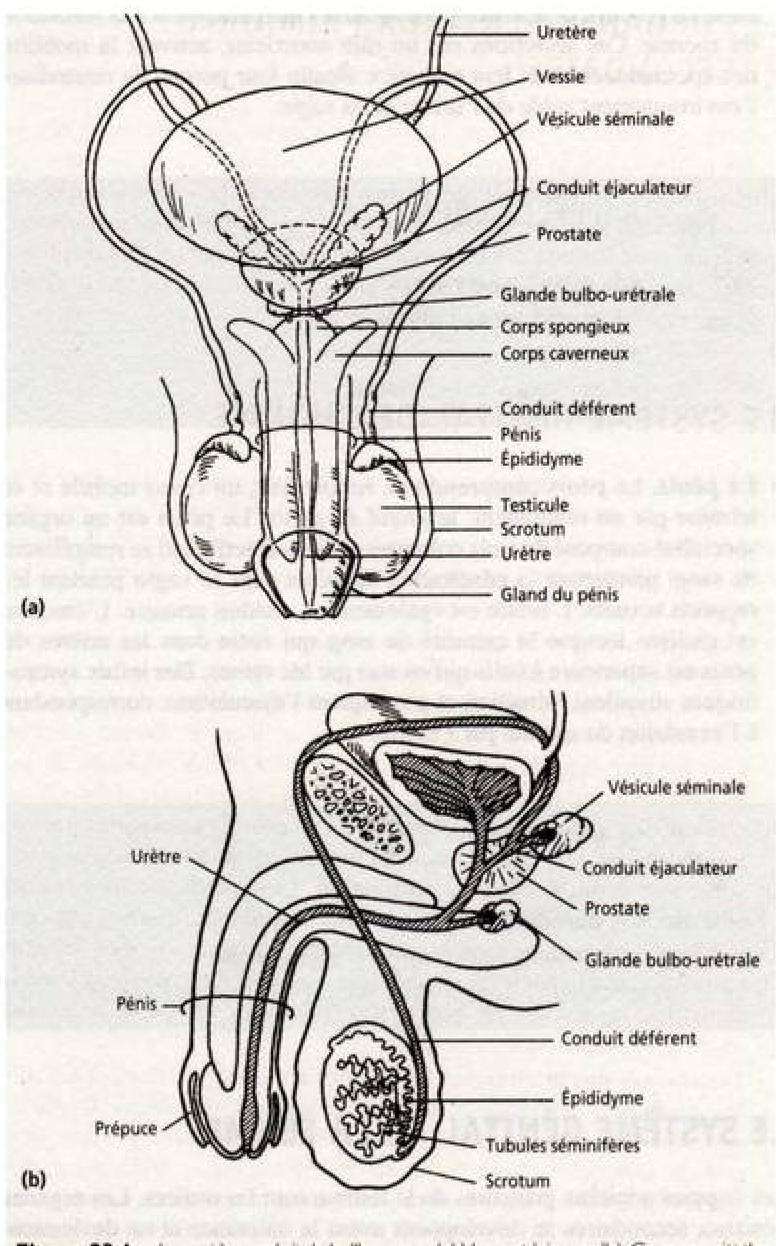


Figure 23.1 Le système génital de l'homme. (a) Vue antérieure. (b) Coupe sagittale.

Le système génital de la femme.

Chez la femme les organes génitaux sont les ovaires. Les organes génitaux secondaires se développent avant la naissance ne deviennent fonctionnels qu'après avoir subi une phase de maturation à la puberté sous l'action des œstrogènes sécrétés par les ovaires. Les structures qui composent le système génital de la femme (figure 23.2) sont décrites ci-dessous.

1. **Les ovaires.** Les ovaires sont situées dans la partie supérieure de la cavité pelvienne, un de chaque coté de l'utérus. Dans la région périphérique de chaque ovaire, on trouve de petites masses de cellules, les follicules primaires, contenant chacun un gamète immature. Au début du vingt huitième jour du cycle ovarien, un groupe de follicules commence à se développer ; un seul poursuivra son chemin complet. Les follicules ovariens secrètent des œstrogènes qui provoquent le développement de l'endomètre de l'utérus. En milieu de cycle, le follicule mature contenant un ovocyte presque mature, émet un bourgeonnement à la surface de l'ovaire et expulse l'ovocyte. Ce phénomène est l'ovulation. Après l'ovulation, les cellules folliculaires forment le corps jaune qui secrète de la progestérone et des œstrogènes, agissant également sur l'endomètre de l'utérus.

2. L'utérus et les trompes utérines. Les trompes utérines s'étendent des ovaires jusqu'à l'utérus. Elles transportent l'ovocyte jusqu'à l'utérus ou ont lieu la fécondation et le développement de l'œuf (divisions cellulaires et formation de la blastula). L'utérus est également le site d'implantation de l'œuf et du développement embryonnaire et fœtal. Les différentes parties du l'utérus (figure 23.2) sont : le fond, le corps et le col.

   Les trois couches de la paroi utérine sont :

   - **Le périmétrium :** couche externe, porion du péritoine.
   - **Le myomètre :** couche musculaire épaisse.
   - **L'endomètre :** couche muqueuse interne divisée en deux couches.
   - **La couche basale :** couche profonde, richement vascularisée.
   - **La couche fonctionnelle :** couche superficielle, desquamation au cours de la menstruation.

3. **Le vagin**. Le vagin s'étend du col de l'utérus jusqu'à l'orifice vaginal au niveau des organes génitaux externes. Il transporte les sécrétions utérines jusqu'à l'extérieur du corps et reçoit le pénis en érection et le sperme pendant les rapports sexuels. Il permet le passage du bébé au moment de l'accouchement. La paroi vaginale présente des replis longitudinaux, les crêtes du vagin, qui permettent la distension du vagin.

4. **Les organes génitaux externes.** Les organes génitaux externes sont le mont du pubis ou mont de Vénus, les grandes lèvres et les petites lèvres, le clitoris et l'orifice vaginal. Certaines des structures de l'appareil génital externe de la femme et de l'homme sont homologues.

5. Les glandes mammaires. Localisée dans les seins, les glandes mammaires sont des organes génitaux annexes spécialisées dans la production de lait après l'accouchement. Les glandes mammaires sont des glandes sudoripares spécialisées. A la puberté, les hormones ovariennes stimulent leur développement. Pendant la grossesse elles subissent un développement supplémentaire sous l'action de la progestérone et des œstrogènes. Après l'accouchement, la sécrétion de la prolactine stimule la production de lait. La stimulation mécanique du mamelon et de l'aréole pendant l'allaitement provoque la sécrétion d'ocytocine par la neurohypophyse. Cette hormone stimule l'éjection du lait.

• **noter**

Structure chez la femme.	**Structure homologue chez l'homme.**
Grandes lèvres.	Scrotum.
Petites lèvres.	Corps du pénis.
Clitoris.	Gland du pénis.
Glandes vestibulaires	Glandes bulbo-urétrales.

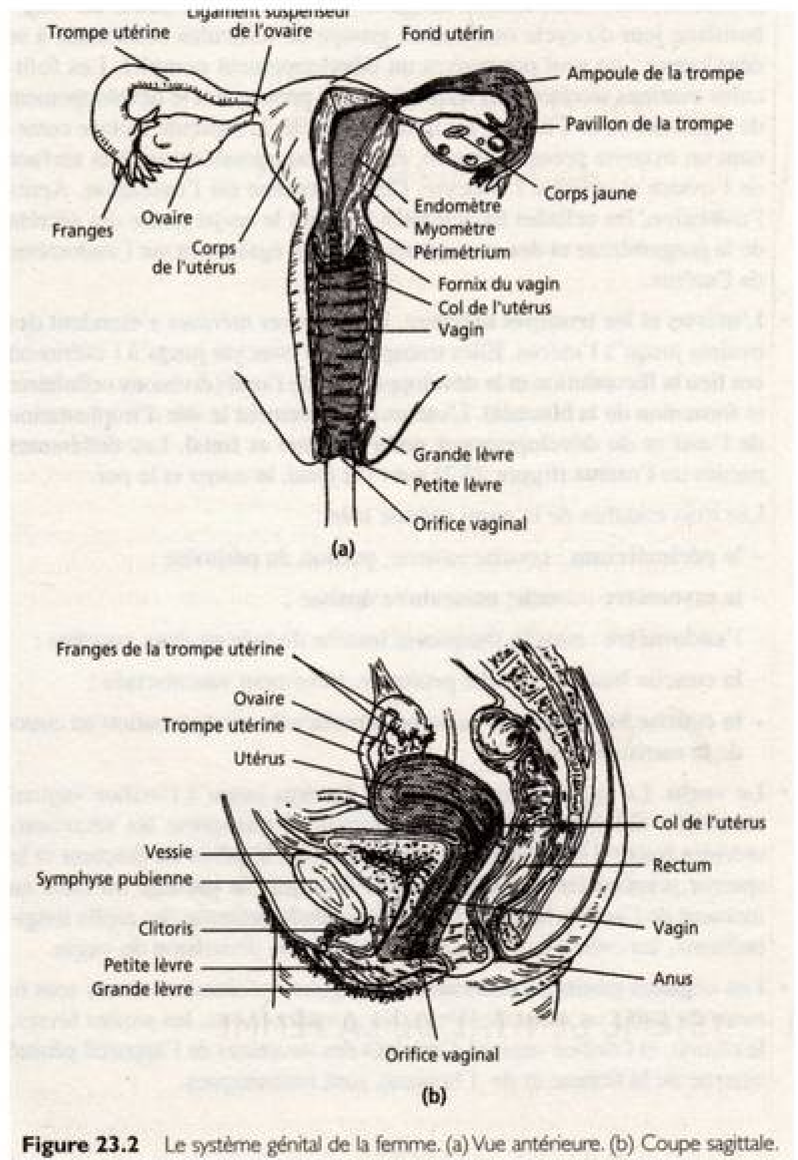


Figure 23.2 Le système génital de la femme. (a) Vue antérieure. (b) Coupe sagittale.

Le cycle hormonal de la femme.

La production des hormones stéroïdes par l'adénohypophyse et par les ovaires, est contrôlée par l'hypothalamus. Des changements cycliques dans la sécrétion de ces hormones régulent les activités de la reproduction chez la femme (figure 23.3).

1. L'hypothalamus sécrète la gonadolibérine (LH-RH) ; l'organe cycle est l'adénohypophyse.
2. LR-RH stimule la sécrétion de l'hormone folliculostimulante (FSH) et de l'hormone lutéinisante (LH), qui stimulent le développement des follicules ovariens (cycle ovarien).
3. Le follicule ovarien mature secrète des œstrogènes qui provoquent l'épaississement de l'endomètre (phase proliférative du cycle menstruel, du cinquième jour à l'ovulation).
4. Après l'ovulation, le corps jaune sécrète des œstrogènes et de la progestérone, qui préparent l'endomètre à l'implantation de l'œuf (phase sécrétoire du cycle menstruel, de l'ovulation au vingt-huitième jour).
5. Le corps jaune qui dégénère forme le corpus albicans. Les taux d'œstrogènes et de progestérone chutent brutalement, l'endomètre est dégradé et un nouveau cycle menstruel commence (phase menstruelle du cycle menstruel).

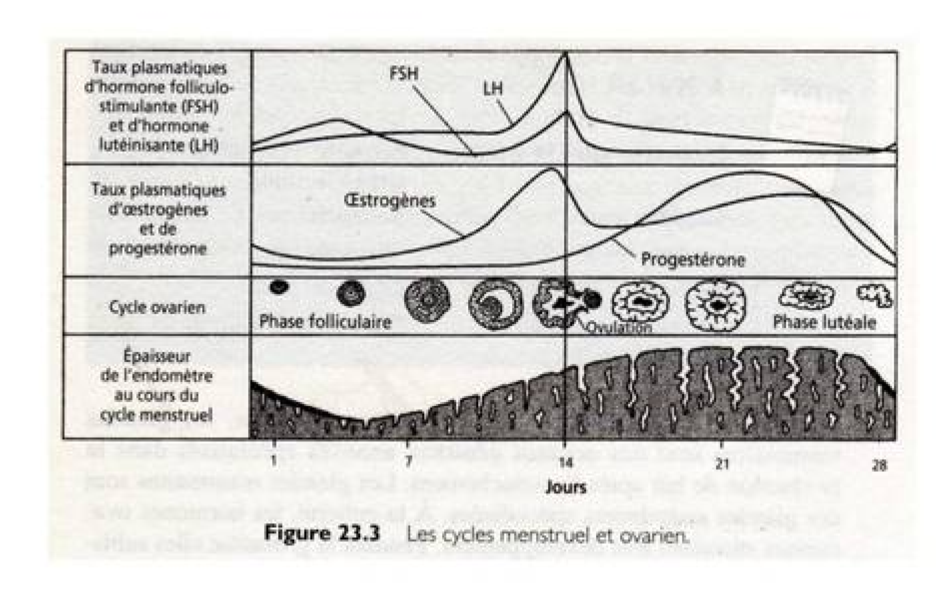


Figure 23.3 Les cycles menstruel et ovarien.

La fécondation et la grossesse.

Après avoir été déposés dans le vagin, les spermatozoïdes franchissent le canal endocervical, passent par la cavité utérine et migrent dans les trompes utérines ou ils rencontrent un ovocyte qui se déplace vers l'utérus. La fécondation à lieu dans le tiers distal de la trompe utérine. Le zygote (ovule fécondé) subit les divisions de la mitose, pendant les trois jours que dure son déplacement dans la trompe utérine, vers la cavité utérine. Le blastocyte en en développement y reste libre encore pendant trois jours avant de s'implante dans l'endomètre.

Sous l'action de la gonadotrophine chorionique (HCG), le corps jaune se maintient et continue à secréter des œstrogènes et de la progestérone jusqu'à ce que le placenta prenne le relais. Ces hormones entretiennent l'endomètre, stimulent le développement des glandes mammaires, inhibent la sécrétion de FSH et de LH (bloquant le cycle menstruel). La progestérone inhibe les contractions de l'utérus alors que les ostéogènes les stimulent.

La grossesse se termine par le travail qui déclenche l'accouchement. Le début du travail est annoncé par des contractions rythmées et fortes du myomètre stimulé par l'ocytocine et par des prostaglandines. Ce phénomène s'accompagne d'une dilatation du col de l'utérus et de l'évacuation de mucus et de sang à travers le canal endocervical.

Exercices

1 Vrai ou faux ?

1. La méiose se déroule spécifiquement dans les gonades.
2. Les glandes mammaires sont des glandes sébacées spécialisées.
3. Les cellules interstitielles produisent les spermatozoïdes et excrètent les nutriments nécessaires au développement de ces gamètes.
4. Les ovaires et l'utérus sont les organes génitaux primaires de la femme.
5. Les vésicules séminales, les glandes bulbo-urétrales et la prostate sont des glandes annexes du système génital de l'homme.
6. Chez la femme, les grandes lèvres sont les structures homologues au scrotum chez l'homme.
7. La phase sécrétoire du cycle menstruel est caractérisée par la menstruation.

Solutions

1. Vrai.
2. Faux.
3. Faux.
4. Faux.
5. Vrai.
6. Vrai.

7. Faux

ANAMNÈSE

EXAMEN CLINIQUE

ELEMENTS BASIQUES D'ANAMNÈSE (8)

RÉVISION DES SYMPTOMES REGROUPES EN SYSTEMES (16)

EXAMEN CLINIQUE

ELEMENTS BASIQUES D'ANAMNÈSE (8)

1. IDENTIFICATION ;

Nom , Lit, Registre Etat Civil, Couleur/Groupe Ethnique ,Provenance , Nationalité, Profession ,Religion .

2. PLAINTE PRINCIPALE (ou motif de l'Internement)

3. **HISTOIRE DE LA MALADIE ACTUELLE (tout ce qui est en relation avec la plainte principale)**

Caractéristiques spécifiques de la plainte , commencement et évolution , durée, localisation des symptômes (et irradiations) , relation avec d'autres organes , situations qui allègent les symptômes, situations qui exacerbent le symptômes .

4. RÉVISION DES SYMPTOMES

Général et nutrition , peau , tête, yeux, oreilles, narine et seuil nasal , bouche et oropharynx , cou , poitrine, système respiratoire, circulatoire, digestif, génito-urinaire, endocrinien , musculo-squelettique, nerveux et psychique .

5. HISTOIRE MEDICALE ANTERIEURE

Maladies préalables, chirurgies et internements préalables ,immunisations, usage de médicaments , alcoolisme , tabagisme, allergie , transfusions de sang .

6. HISTOIRE FAMILIERE

Diabète , hypertension artérielle , tuberculose , cancer , asthme, cardiopathie morte subite .

7. PERFIL PSYCHO SOCIAL

Education , style de vie , personne avec qui le patient habite , histoire sexuelle, travail, conditions d'habitation , tabagisme, alcoolisme, usage de drogues illicites .

EXAMEN CLINIQUE

RÉVISION DES SYMPTOMES REGROUPES EN SYSTEMES (16)

1. GENERAL ET NUTRITION :
Fièvre , frissons, poids et variations ,asthénie, fatigue , transpiration, histoire préalable d'anémie, prédisposition aux saignements .

2. PEAU :
Ictère , lésions, prurit , alopécie, hirsutisme, lésions unguéales .

3. TÊTE :
Etourdissement , céphalée , douleur faciale.

4. APPAREIL OCULAIRE :
Altération de la vision , prurit , sécrétion, larmoiements, sensations de corps étrange, photophobie, diplopie, douleur oculaire ,cataracte , glaucome (aussi histoire familière)

5. APPAREIL AUDITIF :
Déficience auditive , vertige , douleur, sécrétion, bourdonnement, sensation de pression .

6. NEZ ET SEUIL NASAL :
Epistasie , sécrétion , prurit, , crises d'éternuement , histoire de polype .

7. BOUCHE ET OROPHARYNX :
Lésion de la muqueuse , altérations des dents , stomatorragie , goutte post nasale .

8. COU :
Dysphonie, protubérances, douleur au mouvement , dysphagie, douleur à la déglutition , tyroïde.

9. POITRINE :
Nodules , sécrétion , douleur , relation de symptômes avec le cycle menstruel , histoire familière de mastopathie .

10. SYSTÈME RESPIRATOIRE :
Douleur thoracique , toux, dyspnée, expectoration , hémoptysie, sifflements.

11. SYSTÈME CIRCULATOIRE
Douleur thoracique, hypertension artérielle , palpitations , dyspnée aux efforts , dyspnée paroxystique nocturne, orthopnée, histoire d'infarctus du myocarde , souffle, claudication intermittente , œdème des extrémités , varices , thrombophlébites , altérations trophiques .

12. SYSTÈME DIGESTIF :

Appétit, douleur abdominale, distension abdominale, usage chronique de laxatif, vomissements , hématémèse , nausées, pyrosis , habitude intestinale normale et altérations , , entéralgie , absence de bile .

13. SYSTÈME GENITO URINAIRE :

Nycturie , polyurie , urgence, incontinence, difficulté mictionnelle ,hématurie, éliminations de calculs, douleurs hypogastriques , lésions génitales , infertilité, histoire de MST .
Chez l'Homme ; impuissance, masse dans les bourses scrotales, diminution de la force du jet urinaire .
Chez la femme ; prurit vaginal, écoulements , dyspareunie, anti conception , ménorragie , métrorragie aménorrhée , gestations et avortements , fausses couches, date du premier flux menstruel , ménopause .

14. SYSTÈME ENDOCRINIEN :

Intolérance à la chaleur ou au froid , altérations de l'épaisseur des cheveux, myxoedème , retard psychomoteur(ou accélération) , polyphagie, polydipsie, polyurie, , retard de croissance, hirsutisme, virilisation (chez la femme)

15. SYSTÈME MUSCULO SQUELETTIQUE :

Faiblesse , arthralgie , myalgie, douleur à la mobilisation , limitation du mouvement , déformations, traumatismes , crampes .

16. SYSTÈME NERVEUX ET PSYCHISME :

Paralysie , paresthésie , syncope, histoire de troubles circulatoires encéphaliques , mouvements involontaires , amnésie , dysphasie , altération de la marche , fonctions de l'ego .

GUIDE POUR LA COMPRÉHENSION DES TERMES MÉDICAUX

•

• **, an** : privation , absence de , manque de .
Ex : *afébrile, anorexie, anurie, apnée.*
Ab, abs : loin de séparé de .
Abduction , abducteur, absence, abstinence .Ant :ad .
Acétabul, acétabulo : acétabulum (cavité cotyloïde l'os iliaque).
Ex :acétabulaire, acétabuloplastie . V cotyl .
Acanth :épine .
Ex: acanthose, hexacanthe
Acou, acousie : action d'entendre .
Ex acoustique, hypoacousie .V audi .
Acro :extrémité,sommet.
Ex : acrocyanose,acromégalie, acromion.
Actin , actino : rayon lumineux ,rayon du soleil.
Ex :actinite, actinique , actinothérapie .
Acu :aiguille, aigu.
Ex : acupuncture, acuité, acuminé.
Ad :vers (avec un sens de rapprochement, renforcement) .
Ex :adduction, adducteur, adhérence.
N.b d change en c , f , g , p , s ou t devant les consonnes respectives .
Ex : affiliation, apposition, attraction . *Ant :ab.*
Adaman : émail

Ex :adamantinome
Adén , adéno : ganglion, glande.
Ex adénite, adénome, hidrosadénite .v ganglio.
Adip, adipo: graisse.
Ex adipeux, adiposité. V lip, stéat .
Adjuv : aide
Ex : adjuvant
Adrén ,adréno: qui se rapporte aux glandes surrénales .
Ex : adrénaline, adrénoprive .
Aér ,aéro : qui se rapporte à l'air et par extension aux gaz .
Ex : aérobie,aérophagie, aérocolie, anaérobie. V pneum, météor.
Agogue : qui conduit , qui chasse.
Ex : cholagogue, emménagogue, sialagogue.
Alb :blanc.
Ex : albumine .
Alg, algésie, algie,algo : douleur.
Ex :analgésie , névralgie , lombalgie, algoparalysie. V odynie.
Alg : froid.
Ex : algidité .
Alien : étranger
Ex : aliénation.
All , allo :autre, inhabituel ,anormal .
Ex : allergie, allergène, allocinésie.
Allant : saucisse.
Ex :allantoïde.
Allel : l'un l'autre.
Ex : allèle.
Alpha :première lettre de l'alphabet grec.
Ex a : alpha bloquant.
Amb, ambi , ambo : l'un et l'autre, les deux.
Ex : ambidextre, ambivalent, ambosexuel .
Amblyo : défaut , imperfection ,affaibli .
Ex : amblyopie.
Ambul, ambule : se promener. *Ex :*
ambulatoire, somnambule.
Amoni : présence d'ammoniaque.
Ex : ammoniacal, ammoniaque, ammoniurie, ammoniémie.
Amphi , ampho : les deux, l'un et l'autre , de deux côtés .
Ex : amphibie, amphibole, amphotonie, amphotère. V ambi.
Amyl , amylo :amidon.
Ex : amylacé, amylase, amyloïde, amylose .
An : V. a .
An : privation , manque de .
Ex: anorexie.
Ana :le contraire de , de nouveau, vers le haut ou en arrière, en remontant.
Ex :anatoxine, anabolisme, anaphylaxie, anasarque . anaphase.
Andr , andrie: homme, mal.
Ex : androgène, androide, andropause, androgyne,gynandrie .V anthropo.
Anèv :dilatation .
Ex :anévrisme.

Ang : j'étrangle , je serre .
Ex : angine .
Angéi - angio : vaisseau.
Ex :angéite, angéiologie, angiographie, angiome, angio kératome .
Aniso :inégal, irrégulier, manque de symétrie.
Ex : anisochromie, anisocorie.
Ankylo : attache ,raideur d'articulation ,accolement frein .
Ex : ankylodactylie, ankylostome .

Annul :anneau.
Ex : annuloplastie.
Ant, anti : contre , qui s'oppose :
Ex : antagoniste , antalgique, antibiotique, anti-inflammatoire, antitétanique. ;
Anté, antéro :avant, en avant , qui précède dans le temps.
Ex : antéprandial , antébrachial, antéposition, antépulsion antérieur, antérograde.
Anthème : fleur, floraison .
Ex : énanthème, exanthème.
Anthra : charbon .
Ex : anthracoïde, anthracose, anthrax.
Anthropo:homme, genre humain .
Ex :antrhopoïde, anthropologie, anthropométrie , philanthropie.
Anti : contre , action contraire .
Ex : antiagrégant , propriété inhibitrice ,anticorps .
Antr, antro : caverne, antre (mastoïdien) .
Ex : antrectomie, antrostomie, antro-duodénectomie, antro-mastoidïte.
Apex : sommet, pointe .
Ex :apicolyse.
Apo :séparé , dérivé de .
Ex : apoenzyme .
***Aqua :** eau.*
Ex : aqueux, aqueduc.
Arachn :araignée ,ou qui ressemble à une toile d'araignée.
Ex : arachnoïde, arachnodactylie.
Arché, archéo : ancien.
Ex : archétype .
Aréna : sable.
Ex : arénavirus.
Aréo :petit espace limité.
Ex ; aréole, aréolaire.
Argyr : agent
Ex :argyrique, argyrie ou argyrose ,hydrargyrie, argyrisme.
Arter :artère
Ex : artériotomie.
Arthr :articulation
Ex :arthrite, arthrodèse ,arthroplastie, arthrose.
Aryté :aiguière.
Ex : aryténoïde .
Asc : outre.
Ex : ascite.
Ase : enzyme dégradant le corps envisagé.

Ex : amylase, phosphatase, transaminase.
Aster :étoile.
Ex : astérion .
Atélé : incomplet, inachevé.
Ex atélectasie.
Asthén, asthénie : faiblesse.
Ex :myasthénie, psychasthénie.
Atel, atélo : incomplet, inachevé.
Ex : atélectasie, atélopodie.
Ather : bouillie.
Ex :athérome.
Atop :étrangeté.
Ex :atopie.
Atri , atrium, atrio :vestibule, salle d'entrée, oreillette.
Ex :atriotomie, atrio-ventriculaire.
Audi , audio: entendre.
Ex : aditif, audiogramme, audiophone. V. acou.
Aur, auri, auro : oreille.
Ex : aurification, aurothérapie, aurique. V .ot.
Auricul , auriculo : petite oreille, oreillette du cœur. .
Ex : auriculaire , auricule, auriculotomie V atrium. .
Aut : soi même , lui-même.
Ex :autisme, autoaccusation, autodéfense, autogreffe, autolyse.
Azygo : non soumis à un joug, d'où non apparié, impair .
Ex : azygos (veine) V.zygo .

B

Bacill ,bacillo : petit bâton, bacille.
Ex :bacillaire, bacciforme. bacillose.
Bacter , bacteri, bactério : bâton, bactérie.
Ex :bactériforme, bactériologie .
Balan :gland.
Ex balanite , balanique, balano-préputial.
Ballisto : agitation.
Ex ballistocardiogramme .
Baln : bain .
Ex balnéothérapie.
Bar , baro , bare: pesanteur, pression, poids .
Ex :barorécepteur, barotraumatisme, hyperbare.
Basi, baso, base : action de marcher , sur ce quoi l'on marche, point d'appui.
Ex : abasie, basilaire, basal .
Bathm : gradation , excitabilité.
Ex bathmotrope.
Bathy :profond
Ex : bathyesthésie.
Béta :deuxième lettre de l'alphabet grec.
Ex :b bêta stimulant .

Bi :deux fois.
Ex : biauriculaire ,biceps, bicipital, biconcave, bicuspide, bigéminé .
Bie : vie .
Ex : biologie anaérobie.
Bil :bile :
Ex :biliaire, biligraphie, bilirubine .
Bio :vie.
Ex biochimie, biogénèse ,biopsie, antibiotique .

Blast , blastome : germe, cellule jeune.
Ex : blastocyste, blastoderme, blastula, lymphoblaste, lymphoblastome, myéloblaste.
Blen : mucus.
Ex : blénnoïde, blennorragie,blennorrhée.V.muc.
Bléphar , blépahro , blépharie: paupière. V : pal, pélr , tars.
Ex :ablépharie blépharite, blépharotic, blépharoplastie.
Bothrio :fossette.
Ex : bothriocéphale.
Bothryo : grappe de raisin.
Ex :botryomycète.
Botule : boudin.
Ex :botulisme.
Brachi, brachio, brachie : bras.
Ex : abrachie , brachial, brachialgie, brachio-céphalique
***Brachy** : court, bref.*
Ex :brachycéphalie brachycôlon, brachypnée.
Brady :lent.
Ex bradycardie ,bradypnée.
Brévi : court.
Ex : bréviligne.
Bronch, broncho : bronche.
Ex : bronchite, bronchoscopie, bronchectasie.
Bubon :aine.
Ex bubonique, bubonocèle .
Bucc :bouche.
Ex :buccal, bucco-gingival, buccinateur .
Burs: bourse.
Ex: bursite, bursectomie.
Buty, butyro : beurre.
Ex :Butyreux, butyrique, butyroïde.

C

Caco :mauvais.
Ex : cacosmie, cacostomie.
Caeco :aveugle. *V.typhl.*
Ex : caecal, caecum, caecopexie, caecostomie.
Caïne: dérivés de la cocaïne ayant une action pharmacologique .
Ex : novocaïne, xylocaïne procaïne.

Calc ,calci : caillou, calcium ,chaux.
Ex : calcaire , calcémie, calcification, calcique, calciprive .
Calor : chaleur. V .therm.
Ex : calorie, calorifique, calorique .
Camer: chambre.
Ex : camérulaire, bicaméral
Campto : courbe , recourbé.
Ex : camptodactylie.

Cancér, cancero : crabe, cancer. V .carcino, onco .
Ex: cancéreux, cancéricide, cancériforme, cancérogène, cancérologie.
Capill : cheveu. V.tricho
Ex : capillaire, capillarité.
Capit : tête.V céphal
Capital , sous capital.
Capn : vapeur, fumée, souffle.
Ex : hypercapnie, hypocapnie.
Capsul ; petite boite.
Ex :capsule, capsulaire, capsulé, capsulotomie, hypercapnie.
Carb :charbon, carbone.
Ex :carbonémie, carbonique,carbogénothérapie.
Carcino : crabe, ulcère, cancer. V :cancér, onco
Ex : carcinogène, carcinome, carcinomateux, carcinose. carcinoïde .
Card, cardi, cardio, carde, cardie : cœur : V cordi.
Ex : cardiaque, cardiologie, cardiopathie, cardoplasme.
Cardia : orifice supérieur de l'estomac ainsi nommé en raison de sa situation proche du cœur.
Ex :cardial, cardialgie, cardiospame, cardio-tubérositaire .
Carp, carpe: poignet.
Ex: carpien, carpocyphose, métacarpe .
Caryo: noyau.
Ex :caryocinèse, caryolyse, caryorrhexie
Casé , caséi :fromage.
Ex : caséeux, caséiforme, caséine, caséum.
Cata : vers le bas (idée de dégradation de recul.)
Ex : catabolisme, catabolite, catamnèse.
Catén : chaine
Ex :caténaire.
Cauda : queue
Ex : caudal, caudé.
Cèle : hernie, tumeur, formation kystique.
Ex : hydrocèle, mucocèle, varicocèle.
Centèse : ponction , piqure.
Ex :arthrocentèse, thoracocentèse(ou thoracentèse),paracentèse.
Centi : centième de l'unité de base .
Ex : centigrade, centigramme, centimètre.
Centri, centro : centre.
Ex : centrifugation, centrifuge, centripète, centromère, centrosome.
Céphal, céphalo, céphale, céphalie : tête.
Ex : céphalée, céphalo-rachidien, encéphale, hydrocéphale, hydrocéphalie.
Cérébell : *cervelet .*

Ex : cérébelleux, cérébellite.
Cérébr, cérébro : cerveau .
Cérébral, cérébromalacie, cérébro-spinal.
Cervic, cervico : cou nuque et par extension col. V. collum, trachél.
Ex : cervical, cervicarthrose, cervicite, cervico-vaginal, cervico-vésical, endocervical, exocervical.
Chalasie : action de relâcher, d'écarter
Ex : achalasie.

Chéil, chéilo, chilo : lèvre. V.labil
Ex : chéilite, chéiloplastie, chéilorraphie.
Chéiro : *voir chir.*
Chélo : pince d'écrevisse, cicatrice.
Ex : chéloïde, chéloplastie.
Chémo, chimio : chimie.
Ex : chémorécepteur ou chimiorécepteur, chémosensible ou chimiosensible, chimiothérapie, chimiorésistant, chimique .
Chir :main
Ex : chiromégalie (ou chéiromégalie), chirurgie, chirurgien, chiropracticien.
Chlor, chloro : vert.
Ex : chlore, chlorémie, chlorophylle.
Chol, chola, cholé, cholo, cholie : bile.
Ex : choline, cholagogue, cholalémie, cholélithiase, cholostase, hypercholie.
Cholangio : voies biliaires.
Ex : cholangiographie, cholangiectasie.
Cholécyst : vésicule biliaire. V.vésicul.
Ex : cholécystite, cholécystectomie, cholécystographie.
Cholédocho : cholédoque.
Ex : cholédocholithiase, cholédochotomie.
Chondr, chondro : cartilage , tissu cartilagineux.
Ex : chondral, chondroïde, chondromalacie, chondrotomie, hypocondre(autrefois hypochondre).
Choroïd , Choroïdo : en forme de membrane.
Ex : Choroïde, Choroïdienne.
Chrom, chromat, chromo, chrome, chromie : couleur.
Ex : chromatine ; chromatolyse, chromatique, chromogène, chromosome, hypochrome, achromie, isochromie.
Chron, chrone : temps.
Ex : chronicité, chronique, synchrone.
Chryso : or. Voir auro
Ex : chrysothérapie.
Chyl, chylo : chyle.
Ex : chyleux, chylifère, chylopéritoine.
Cide : qui tue.
Ex : insecticide, homicide, suicide.
Ciné, cinéma, cinèse, cinésie : mouvement. V kinési.
Ex :cinétique, cinématique, cinématisation, caryocinèse, dyscinésie .
Circon, circum : autour de
Ex : circonvolution , circonduction ,ou circumduction , circoncision.
Cirs, cirso : varice . V. varic.

Ex : cirsoïde .
Cistern : citerne.
Ex :cisternal, cisternographie, cisternotomie.
Clasie, claste : action de briser, de casser.
Ex : ostéoclasie, ostéoclaste, iconoclaste.
Claust, claustro : enfermer.
Ex : claustration , claustrophobie .
Cléid, cléido : clé, d'où clavicule(os en forme de clé) .
Ex : cléidotomie, cléido-mastoïdien.
Clepto (klpto) : voler.
Ex : cleptomanie , cleptomane .
Clin: lit, qui est alité ou couché .
Ex : clinique, clinostatisme, clinostatique .
Cocc, cocco : grain ,pépin. V.coque.
Ex : coccobacille, coccoïde, coccus .
Coccy, coccyg : l'os coccyx, par ressemblance avec le bec du coucou dont le nom grec est coggyx.
Ex : coccydynie(ou coccygodynie), coccygien.
Cœli, cœlio : creux, cavité abdominale .
Ex : cœliaque , cœlioscopie , cœliotomie .
Col, colo : colon.
Ex : colite, colectomie, colostomie.
Collum : col, cou.
Ex : collopexie . V cervic, trachél.
Color : couleur.
Ex : coloration , colorant, colorimétrie.
Colpo : vagin. V. élytro, vagin .
Ex : colpocèle, colpopexie .
Condyl, condylo : renflement au niveau d'une articulation , condyle.
Ex : condylien condyloïde .
Coniose : poussière.
Ex : pneumoconiose.
Copho : sourd.
Ex : cophose, cophochirurgie.
Copro : excrément , matières fécales. V fécal, scato, sterco.
Ex : coproculture , coprolithe , coprostase .
Coque : grain.
Ex :streptocoque, staphylocoque.
Cor, corie : pupille.
Ex : corectopie, anisocorie.
Cord, cordo : cordon, cordon .
Ex ; cordite, cordonal, cordotomie. ,Voir funicul.
Cordi : cœur. V.cardi .
Ex : cordial, précordialgie.
Coron : couronne , disposé en couronne.
Ex ; coronaire, coronarien, coronarite, coronoïde.
Cort, cortic, cortico : cortex, écorce.
Ex : cortical, cortectomie, corticothérapie.
Cosm, cosmo : univers , monde.
Ex : cosmique.

D

Dacry, dacryo : larme. V.lacrym
Ex : dacryadénite, dacryocystite, dacryogène.
Dactylo, dactylie : doigt. V .digit
Ex : dactylomégalie, syndactylie.
Dé, des : séparé de (avec un sens d'éloignement, de privation , de suppression) .
Ex : débridement, décollement, décalcification, désarticulation, déshydratation, désinfection, désinsertion.
Déci : dixième de l'unité de base .
Ex : décilitre, décibel.
Démo, démie : peuple, population.
Ex : démographie, endémie, pandémie, épidémie.
Dent, dento : dent. V.odont
Ex : dentaire, dentine, dentisterie, dento-labial.
Déont : ce qui doit être fait, devoir.
Ex : déontologie.
Derm, dermat, derme, dermie : peau. V .cut
Ex : dermite, dermatite, dermatologue, dermatose, épiderme, érythrodermie.
Dés : V dé .
Dèse : action de lier, d'unir.
Ex : arthrodèse, ténodèse.
Desmo : ligament. V. syndesmo.
Ex : desmopathie, desmotomie.
Deutér : deuxième, second.
Ex : deutéranope, deutéranopie.
Dextr, dextro, dextre : à droite .
Ex : dextralité, dextroscoliose, dextrogyre, ambidextre .
Di : double. V :bi, dipl .
Ex : dicrote, dizygote ,distome.
Dia : à travers, entre. V ;per, para, trans .
Ex : diapédèse, dialyse, diaphyse.
Dicho : en deux
Ex : dichotomie.
Digit, digito : doigt. V. dactyl.
Ex : digital, digitoplastie, digito-palmaire.
Dioptr : ce qui sert à voir à travers ou clairement.
Ex : dioptrie.
Diphtér : membrane .
Ex : diphtérie .
Dip, diplo : double. V bi, di .
Ex : diplocoque, diplopie, diploé .
Dipso, dipsie : soif. V poto.
Ex : dipsomanie, polydipsie.
Dis : séparé de : V : dé, dés.
Ex : décision ou discission, disjonction, dissection, dissociation.
Disc, disco : disque. (intervertébral).

Ex : discal, discarthrose, discopathie.
Dist : éloigné.
Ex : distal.
Dolicho : allongé.
Ex : dolichocôlon, dolichosigmoïde.
Dors : dos.
Ex : dorsal, dorsalgie, dorsalisation, dorso-lombaire.
Dos : action de donner.
Ex : dose, dosage, dosimètre .
Duodén : duodénum .
Ex : duodénal, duodénite, duodénectomie.
Dynam, dynamo, dynamie : force. V sthénie.
Ex : dynamique , dynamogène, dynamomètre , adynamie.
Dys :difficulté, mauvais état , trouble .
Ex : dyspnée, dyscinésie, dyslexie, dysurie, dystrophie.

E

Eburn : ivoire .
Ex : éburné , éburnation .
Ec : hors de .
Ex : ecchondrome, ecbolique.
Echo : bruit, écho.
Ex : échoacousie, écho-diagnostic, échoencéphalographie.
Eco : maison, habitat.
Ex : écologie, écologue.
Ectasie : dilatation.
Ex : bronchectasie, atélectasie, colectasie.
Ecto, actopie : en dehors de , hors de sa place normale.
Ex : ectopique, ectoderme, corectopie.
Ectomie : ablation .
Ex : appendicectomie, cholécystectomie, méniscectomie, gastrectomie.
Ectro : fruit avorté, absence de développement.
Ex : ectrodactylie, ectromélie, ectropodie.
Elytro : étui, fourreau , vagin. V : colpo , vagin
Ex : élytrocèle, élytroplastie.
Em : V en .
Embol : invasion .
Ex : embolectomie, embolie .
Embryo : embryon.
Ex : embryonnaire, embryogénèse, embryologie .
Emet, émèse : vomissement.
Ex : émétique, émétisant, hématémèse.
Emie : sang. V . hem.
Ex : glycémie, calcémie, ischémie, leucémie.
En : dans . (en change en *em* devant *b*, *p* et *ph*).
Ex : encapsulé, enclouage, embranchement, embrochage, empâtement, emphysème.
End , endo : à l'intérieur , en dedans , interne.

Ex : endartère , endocarde, endocrine.
Entér, entéro, entère : intestin (grêle).
Ex : entérite, entérocèle, mésentère.
Ento : V. end
Epi : sur, au dessus de . V .sus ; supra.
Ex : épicondyle, épitrochlée, épigastre, épiderme, épiphyse .
Epiplo : épiploon . V. oment.
Ex : épiploïque , épiplocèle.

Episio : pubis, vulve.
Ex : épisiotomie.
Erèse : action de prendre.
Ex : cholérèse.
Ergo, ergie : action , activité , travail.
Ex : ergothérapie, allergie, anergie, synergie.
Erot, éroto : qui concerne l'amour.
Ex : érotogène, érotique.
Erythr, érythro : rouge. V ; rhodo, rub
Ex : érythrocyte, érythropoïèse , érythropénie.
Esthésie : sensibilité.
Ex : anesthésie, hypoesthésie, paresthésie.
Etho : mœurs, coutume.
Ex : étiologie.
Etio : cause.
Ex : étiologie.
Ette : petit. V .micro, ole, ule.
Ex : phalangette, oreillette.
Eu : bon ,normal, harmonieux.
Ex : eupepsie, euphorie, euthanasie, eutocie, eurythmie.
Ex, extra : en dehors, à l'extérieur. V. ecto , para.
Ex : excision, exanthème, excrétion, exérèse, exophtalmie, extraarticulaire, extrasystole.

F

Falci : faucille, faux.
Ex : falciforme.
Fango : boue.
Ex : fangothérapie.
Fascia : bande .
Ex : fascia lata.
Fascicul : petit faisceau.
Ex : fasciculaire, fasciculé.
Fébri : fièvre . V.pyro.
Ex : fébrile, fébrifuge, fébrilité.
Fécal : excréments, résidus. V.copro, scato, sterco .
Ex : fécaloïde, fécalome .
Fère : qui porte, qui apporte.
Ex : aérifère, chylifère, mammifère, séminifère, somnifère.

Ferr, ferri, ferro : fer. V sider .
Ex : ferreux, ferriprive, ferropexie.
Fib, fibro : fibre.
Ex : fibrine, fibrineux, fibrinogène, fibrinolyse, fibroblaste, fibrolyse.
Fibrill, fibrillo : petite fibre, fibrille.
Ex : fibrillation, fibrillo-flutter.
Fibula : agrafe, péroné.
Ex : fibulaire

Fiss : séparer, fendre.
Ex : fission, fissure.
Fistulo : conduit.
Ex : fistulographie.
Flagell : fouet.
Ex : flagellation, flagelle, flagellé.
Flatu : vent, souffler.
Ex : flatulence, flatulent.
Foc, foco : foyer.
Ex : focal, focométrie, focomètre.
Follicul, folliculo : petit sac, follicule.
Ex : folliculaire, folliculite .
Fong, fongi : champignon. V myc.
Ex : fongicide, fongiforme, fongoïde, fongique.
Forme : en forme de. V morph, oïde.
Ex : costiforme, filiforme, fusiforme.
Fovea : fossette, trou.
Ex : fovea centralis, fovéal.
Fuge : qui éloigne , qui fait fuir.
Ex : fébrifuge, vermifuge, centrifuge.
Fundus : fond.
Ex : fundus gastrique, fundique, fundoplication.
Funicul : petite corde, cordon. V cord.
Ex : funiculaire, funiculite.

G

Galacto : lait. V lact.
Ex : galactogène, galactorrhée.
Ganglio : ganglion. V. aden
Ex : gangliome, ganglionnaire, ganglioplégique, gangliectomie.
Gastr, gastro, gastre : ventre , estomac.
Ex: gastrite, gastrique, gastrectomie, gastroscopie, épigastre, hypogastre .
Gémel: jumeau.
Ex : gémellaire, gémellipare, gémellité.
Gén, gène, génie, génique : qui donne naissance , qui enfgendre. V.gon.
Ex ; génotype, génome, génétique, génital, pathogène, carcinogène, œstrogène, androgène, pathogénie, iatrogénique.
Genèse, génésie : formation , naissance, production.

Ex : embryogenèse(ou embryogénie), biogenèse, morphogenèse, spermatogenèse, agénésie.
Géni,génio, génie : menton .
Ex : génien, génioplastie, rétrogénie.
Gér, géro, géront : vieillesse. V.presby.
Ex : gériatrie, gérontologie, gérontoxon.
Gest, geste : action de porter , qui porte.
Ex : gestation, primigeste.
Giga, gigant : géant.
Ex :Gigantisme.
Gingiv : gencive.
Ex : gingivite, gingival, gingivo-labial.
Gli,glio, glie : matière visqueuse, glu.
Ex : glial, gliome, névroglie.
Globul : petite boule, globule.
Ex : globuline, globulaire, globuleux.
Gloss, glosso : langue. V lingu.
Ex : glossite, glossaire, glosso-pharyngien.
Gluc, gluco (ou glyc, glyco) : doux. V .sacchar.
Ex : glucide, glucose, glucogène (ou glycogène), glycémie, glucosurie(ou glycosurie).
Glyphe : ciselure, dessin.
Ex : dermatoglyphes.
Gnath, gnatho : machoire. V ; maxill.
Ex : gnathoplastie, gnathoschizis, prognathisme.
Gnosie, gnomonie : connaissance.
Ex : agnosie, stéréognosie, pathognomonie.
Gon, gono : semence génitale, progéniture. V.gen
Ex : gonade, gonadotrope, gonocoque.
Gon : genou.
Ex : gonalgie, gonarthrose.
Gramme : trait d'écriture ou de dessin.
Ex : électrocardiogramme, électroencéphalogramme, scintigramme.
Granul, granulo : grain ,granule.
Ex : granulation, granulocyte, granulome.
Graph, graphe, graphie : écrire, enregistrer.
Ex : graphique, radiographie, angiographie.
Gravi : lourd.
Ex : gravide, gravidique, gravidité, gravatif.
Gust, gueusie: sens du goût, goûter.
Ex : gustatif, agueusie.
Gyn, gynéco : femme .
Ex : gynécologie,gynécomastie.

H

Hallus (ou hallux) : gros orteil.
Ex : hallus valgus, hallus varus.
Haplo : simple.
Ex *: haploïde.*

Hébé : jeunesse.
Ex : hébéphrénie.
Hélio : solei.
Ex : héliodermite, héliothérapie.
Helminth : ver, helminthe.
Ex: antihelminthique (ou antihelminthique) helminthiase.
Hem, hémat, hémato: sang. V.émie.
Ex: hémarthrose, hématémèse, hématie, hématologie, hématome, hémoglobyne, hémolytique.

Hémi: à moitié. V.semi.
Ex: hémiplégie, hémisacralisation, hémisphère.
Hépat, hépato.foie.
Ex : hépatique, hépatite, hépatologie.
Héréd, hérédo : action d'hériter, hérédité.
Ex : héréditaire, hérédopathie.
Hétéro : autre , différent.
Ex : Hétérogène, hétérogreffe, hétérosexuel.
Hex, hexa : six. V .sex , sext.
Ex : hexose, hexadactylie .
Hiatus : ouverture, fente**.**
Ex : hiatale.
Hidr, hidro : sueur. V.sudor.
Ex : hidrose, hidrosadénite, hidrorrhée, dyshidrose.
(Ne pas confondre avec hydro :eau).
Hist, histio, histo : tissu.
Ex : histamine, histologie, histiocyte.
Holo : entier.
Ex : holodiastolique, holosystolique.
Homéo, homo : semblable. V .iso.
Ex : homéopathie, homogène, homogreffe, homosexuel.
Hyal, hyalo : verre , transparent comme du verre.
Ex : hyalin, hyaloïde.
Hyd, hydr, hydre : eau.
Ex : hydarthrose, hydatide, hydratation, hydrocèle, hydrocéphalie, anhydre.
(Ne pas confondre avec hidro : sueur).
Hygro : humide.
Ex : hygroma.
Hymen : membrane, hymen.
Ex : humanoïde.
Hyper : au dessus de, en excès. V. super, ultra.
Ex : hypertension, hypercholémie, hyperglycémie, hypérémie, hyperplasie.
Hypno : sommeil. V. narco, somn sopor.
Ex : hypnose, hypnotique.
Hypo : en dessous, en moins. V. infra, sub.
Ex : hypoacousie, hypoglycémie, hypotension.
Hystér, hystéro : utérus. V métr.
Ex : hystérectomie, hystérographie.

I

Iatro, iatre , iatrie : médecin.
Ex : pédiatrie, psychiatrie, iatrogène ou iatrogénique.
Ichtyo(ou ichtyo) : poisson.
Ex : ichtyoïde, ichtyose.
Icono : image.
Ex : iconographie, iconoclaste.

Idio : propre à, particulier.
Ex : idiogramme, idiopathique, idioventriculaire.
Igni : feu. V . pyro.
Ex : ignifuge.
Il : V. ini.
Ilé : enroulé :iléon.
Ex : iléal ; iléite, iléus.
Ili : flanc.
Ex : iliaque, ilion, ilion sacré.
Im :V .in. V. endo, intra.
In : 1) dans , dedans (change en **im** devant **p, b, m** : en il devant **l**, en **ir** devant **r**).
Ex : infiltration, injection, implantation, irradiation.
In :2) privé de . (même changement que sous l) .
Ex : illogique, immature, impuissance, incontinence, inconscient, irréductible, irresponsable.
Ine : désigne une substance dont la nature est définie par la racine du mot.
Ex : glycérine, pénicilline.
Infra : au dessous, plus bas. V.hypo, sub.
Ex : infrarouge, infraclaviculaire.
Infundibul, infindibulo : entonnoir, infundibulum.
Ex : infundibulaire, infundibulotomie.
Inguin: aine.
Ex : inguinal, inguino-crural.
Inter : entre.
Ex: intercostal, intercurrent, intervertébral, inter phalangien.
Intra, intro: à l'intérieur, dedans . V : endo, in
Ex: intraarticulaire, intr-utérin, intraveineux, introverti, introversion .
Ique : qui se rapporte à .
Ex : hépatique , métastatique .
Irid, irido : iris.
Ex : iridien, iridectomie, iridoplégie.
Isch : action de retenir, d'arrêter.
Ex : ischémie, ischurie.
Ischi, ischio :hanche.
Ex : ischion ,ischiatique, ischio-coccygien.
Iso :égal, similaire. V.homo.
Ex : isocorie, isochrome, isotonique.
Ite : inflammation. V. phlog.
Ex : bronchite, arthrite, méningite. ;

J

Jéjun, jéjuno : jéjunum (ethym : intestin qui est à jeun) .
Ex : jéjunal, jéjunectomie, jéjuno-iléite.
Jug : joue, gorge.
Ex : jugal, jugulaire.
Juxta : à côté de. V.para .
Ex : juxtaarticulaire, juxtaépiphysère, juxtapylorique.

K

Kali : potassium.
Ex : kaliémie, kaliurie.
Karyo : V caryo.
Kérat, kérato : corne, cornée .
Ex : kératine, kératite, kératose.
Kinési : mouvement. V.ciné.
Ex :kinésie, kinésithérapie, kinésithérapeute.
Klepto : V.clepto.
Kyst, kysto : kyste. V.cyst.
Ex: kystique, kystectomie, kysteux, kystographie.

L

Labi : lèvre.
Ex : labial. V. chéil.
Lacrym ,lacrymo :larme. V.dacry.
Ex : lacrymal, lacrymogène.
Lact, lacto : lait. V.galact.
Ex : lactique , lactation , lactose .
Lalie : parole. V .phasie, logo.
Ex : alalie, dyslalie, rhinolalie.
Laparo : abdomen. V.coeli.
Ex : laparotomie, laparoscopie.
Lapsus: faux pas, glissement, chute. V. ptose.
Ex : prolapsus, collapsus.
Laryng, laryngo : larynx, gosier.
Ex : laryngite, laryngien, laryngoscopie.
Latér, latéro : quia trait au côté, latéral.
Ex : latéroposition, latérodorsal, latéroversion.
Léio, lio : lisse.
Ex : léiomyome (ou liomyome) . V. rabdo.
Lepsie : prise, saisie.
Ex : catalepsie, épilepsie.

Leptique : qui agit sur ;
Ex : neuroleptique, psycholeptique.
Lepto : mince et allongé.
Ex : hépatocyte,leptocyte, leptoméninge, leptosome.
Let : mort. V .thanato.
Ex : létal.
Leuc, leuco : blanc.
Leucocyte, leucome, leucoplasie.
Lévo : gauche. V.sinistro.
Ex : lévocardie , lévogyre.

Lexie : mot , lecture.
Ex : dyslexie.
Lién :rate. V.splén.
Ex : liénal.
Lingu , linguo : langue. V. gloss.
Ex : lingual, linguette, linguocclusion.
Lio : V ;Léio.
Lip, lipo : graisse. V. adip, stéat.
Ex: lipide, lipémie, (ou lipidémie), lipome.
Lipo : insuffisance.
Ex : lipothymie.
Lith, lithe : pierre, calcul.
Ex : lithiase, stercolithe, coprolithe.
Log, logo, logie, logiste, logue :parole, discours étude de . V. lalie, phasie.
Ex : logopédie, logorrhée, cardiologie, cardiologue, laryngologue(ou laryngologiste), rhumatologue, étiologie.
Luci : lumière. V.photo.
Ex : lucite.
Lud : jeu , amusement.
Ex : ludique.
Lymph, lympho : lymphe.
Ex : lymphatique, lymphangite, lymphocyte.
Lyo, lyse, lysis : dissolution, destruction.
Lyophilisation hémolyse, hémolytique, anxiolytique, fibrinolyse, salphingolyse, onycholysis.

M

Macro : grand.
Ex : macrophage, macroscopique.
Mala : joue**.**
Ex : malaire.
Malacie : ramollissement.
Ex : chondromalacie. , ostéomalacie.
Malléol : petit marteau, malléole.
Ex : malléolaire.
Mamill, mamillo : mamelon, mamelle.
Ex : mamillaire, mamillé, mamillo-plastie.

Mamm, mammo : mamelle sein. V.plast.
Ex : mammaire, mammographie, mammoplastie.
Ma : main. V .chir
Ex : manuel, manipulation, manœuvre.
Mane, manie : habitude morbide, passion.
Ex : mythomane, mythomanie, cleptomane, cleptomanie, pyromane, toxicomane, toxicomanie
.
Mast, masto : mamelle, sein. V. mamm.
Ex : mastectomie, mastite, mastographie.
Matur, mature : mûr.
Ex : maturité, immature, post-maturité.

Maxill : machoire. V .gnath.
Ex : maxillaire.
Médi, médio : au milieu, moyen. V.meso.
Ex : média, médial, médian, médius, médiastin, médioclaviculaire , médiodorsal
Médull, médullo : moelle. V. myel.
Ex : médullaire, médullographie, médullosurrénale.
Méga : unité à un million d'unités de base.
Ex : mégavolt, mégawatt.
Méga, mégalo, mégalie : grand. .macro.
Ex : mégacaryocyte, mégacôlon, mégalocyte, hépatomégalie, splénomégalie.
Méio, mio : moindre, plus petit.
Ex : méiose, miotique.
Mél, mèle ,mélie : membre.
Ex : mélalgie, ectromèle, micromélie..
Mélan , mélano : noir
Ex : mélanine, mélanome, méléna.
Méning : méninge.
Ex : méningite, méningocèle, méningocoque.
Ménisc: ménisque.
Ex: méniscal, méniscectomie.
Méno, menstru : de chaque mois, mensuel.
Ex : ménopause, ménorrhée, menstruation.
Méro, mère : partie, part, portion.
Ex : blastomère , ectomère, mérodiastolique, mérosystolique.
Méso : au milieu, médian, moyen de fixation d'un viscère. V.médi.
Ex : mésoderme, mésosystolique, mésodiastolique, mésocôlon, mésoappendice, mésentère, mésoduodénum.
Mét, méta : changement, transformation .
Ex :métabolisme, métamorphose.
Mét, méta : position ou situation de transition .
Ex : métamyélocyte, métaphyse, métacarpe, métatarse,
Mét , méta : au delà, de , succédant .
Ex : métaplasie, métastase.
Météor : élevé dans les airs, gonflé d'air. V.aéro, pneum .
Ex : météorisme.
Mètre, métrie :mesure.
Ex : hémocytomètre, tonomètre, acoumétrie, pelvimétrie, spirométrie.
Métr, métro : matrice (utérus). V.hystéro.

Ex : métrite, métrorragie, métralgie.
Micro : petit. V. ette, ole, ule.
Ex : microbe, microcéphalie, microscope.
Milli : millième de l'unité de base.
Ex : milliéquivalent, millilitre.
Mimétique, mimie : mime qui imite , qui stimule.
Ex : sympathicomimétique(ou sympathomimétique), pathomimie, échomimie.
Mio : V méio.
Miso : haine.
Ex : misanthropie, misoandrie, misogynie.
Mito : fil, filament.
Ex : mitochondrie, mitose.
Mnémo, mnèse,mnésie : mémoire.
Ex : mnémonique, anamnèse, catamnèse, amnésie.
Mono : seul, unique. V.uni .
Ex : mononucléaire, monoplégie.
Mobill : rougeole.
Ex : morbilleux, morbilliforme. .
Morpho, morphine : forme. V. forme, oïde.
Ex : morphologie, morphogénèse, polymorphe, amorphe.
Muc, mucco : mucus. V.blenn, myx.
Ex : mucocèle, mucosité, muciforme.
Multi : en grand nombre, beaucoup. V.pluri, poly.
Ex : multipare, multifocal multiloculaire, multinodulaire.
Muscul, musculo : muscle. V.myo.
Ex : musculaire, musculeux, musculo-tendineux.
Mut : muet.
Ex : mutité, mutisme.
Muta : changer, transformer.
Ex : mutant, mutation.
My, myo : muscle. V.muscul.
Ex: Myatonie, myocarde, myome, myomectomie.
Myx, mycéto : champignon. V.fong.
Ex : mycose (ou mycétose), streptomycine, mycobactérie.
Myél : moelle. V.médull.
Ex : myélite, myélocyte, myélographie, poliomyélite.
Myring, myringo : tympan.
Ex : myringite, myringoplastie.
Mytho : légende, fable, affabulation.
Ex : mythomanie, mythomane.
Myx : mucosité.V.muc.
Ex : myxœdème, myxome.



N

Nano : unité en milliard de fois plus petit que l'unité de base.
Ex : nanogramme, nanomètre, nanotechnologie.
Narco : engourdissement et par extension , sommeil. V.hypno, somn, sopor.
Ex : narcose, narcotique.

Nas, naso : nez. V.rhin
Ex : nasal, nasopharynx, naso-buccal, naso-génien.
Natr : sodium.
Ex : natrémie, natrurie.
Nécro : mort , cadavre.
Ex : nécrose, nécrobiose, nécropsie.
Néo : nouveau.
Ex : néoformation, néonatal, néoplasie, néostomie.
Nephr, néphro : rein. V.ren.
Ex : néphrite, néphrectomie, néphroptose, néphropexie.

Nerv, neur, neuro, névr, névro : nerf.
Ex: nerveux, neural, neurasthénie, neurochirurgie, neurodépresseur, névralgie, nevrite, névrose.
Noci : nuire.
Ex : nocif, nocuité.
Nod : nœud.
Ex : nodal, nodosité , nodule, nodulaire.
Normo : normal.
Ex : normoblaste, normocyte, normochrome, normotendu.
Noso : maladie. V .Patho.
Ex : nosologie, nosocomial.
Nuclé, nucléo : noyau. V.caryo.
Ex : nucléaire, nucléé, nucléole.
Nyct, nycto : nuit .
Ex : nycturie, nyctémère, nyctophobie, nyctalopie.

O

Occipit, occipito : occiput.
Ex : occipital, occipito-cervical, occipito-pariétal.
Ocul, oculo : œil. V.ophtalm.
Ex :Oculaire, oculiste, oculomoteur.
Odont, odonte, odontie : V.dent.
Ex : odontoïde, odontologie, périodontie, desmodonte, orthodontie.
Odyn, odynie : douleur. V. algo.
Ex : odynophagie, coccygodynie, pleurodynie.
Oeno : vin.
Ex : oenomanie, oenolisme.
Œsophage, œsophago : œsophage.
Ex : œsophagien, œsophagite, œsophagoscope.
Oestrus : désir véhément, furieux, et par extension , période de rut et d'ovulation.
Ex : œstral, œstrone, œstrogène.
Oïde : qui ressemble à . V.forme, morphe.
Ex : odontoïde, styloïde, sigmoïde.
Ole : petit (en tant que diminutif). V. ette, micro, ule.
Ex : bronchiole, artériole, alvéole, malléole.
Olé : huile.

Ex : oléagineux.
Olfact : odorat. V.osmo. *Ex :*
olfactif, olfactation.
Olig, oligo : peu nombreux, en petite quantité. V.pauci
Ex : oligurie, oligoélément, oligophrénie, oligoménorrhée, oligocytémie.
Olisthésis : glissement .
Ex : spondylolisthésis, rétrolisthésis.
Om, omo : épaule. V.scapul.
Ex : omarthrite, omo-claviculaire, omodynie.
Oma, ome: tumeur, tuméfaction.
Ex: épithélioma, fibrome, hématome, myome, sarcome.

Omatose : maladie caractérisée par la formation de tumeurs .
Ex :sarcomatose, fibromatose.
Oment, omento : épiploon. V. épiplo.
Ex: omental, omentectomie, omentopexie, omentotomie.
Omni: tout. V.pan
Ex : omnipraticien.
Omphal ,omphalo : nombril. (ombilic).
Ex :omphalite, omphalotomie, omphalocèle.
Onc, onco : masse, volume, grosseur, tumeur. V. carcéro, carcino.
Ex : oncocyte, oncocytome, oncogène, oncologie, oncotique.
Onir : rêve.
Ex : onirique, onirisme.
Onych, onycho : ongle. V.ungu.
Ex : onychie, onycholyse, onychophagie, onyxis.
Oophor, oophoro : qui porte ou qui provoque des œufs, ovaire . V. ovar.
Ex :oophorectomie, oophoro-hystérectomie, oophoropexie.
Opaci : ombragé , ombre.
Ex : opacité, opacifiant , opacification.
Ope, opie : vue, regard, action de voir. V.opsie.
Ex : myope, myopie, amétropie.
Ophtalm, ophtalmo, ophatalmie : œil. V. ocul.
Ex : ophtalmique, ophtalmologie, ophtalmoscope, xérophtalmie.
Opo : suc.
Ex : opothérapie, opothérapique.
Opsi : retardé.
Ex : opsiurie.
Opsie : vue, action de voir . V.ope.
Ex : biopsie, dyschromatopsie.
Opt, opto : visible, qui concerne la vue.
Ex : optique, opticien ; optométrie.
Or, oro : bouche. V.os.
Ex : oral, oropharynx.
Orchi, orchido : testicule.
Ex :orchite, orchidopexie, cryptorchidie.
Orex, orexie : appétit.
Ex : orexigène, anorexie, hyperorexie, polyoexie, anorexigène.
Ortho : droit, correct, normal.
Ex : orthopédie, orthodontie, orthopnée, orthostatisme, orthoptique, orthophonie.

Os :orifice externe de la cavité buccale. V.or.
Ex : per os.
Oschéo : bourse des testicules, scrotum. V.scrot
Ex : oschéocèle, oschéome.
Oscill : se balancer.
Ex : oscillation, oscillomètre.
Ose : maladie non inflammatoire.
Ex : arthrose, néphrose, névrose.
Ose : état, condition avec parfois une idée d'excès.
Ex : alcalose, acidose, leucocytose.
Osmo, osmie : odeur, odorat. V.olfact.
Ex : anosmie, cacosmie, osmorécepteur.
Oss, ossi : os. V.ostéo.
Ex : osseux, osséine, osselet, ossification.
Osté, ostéo, oste : os. V.oss.
Ex : ostéite, ostéocyte, ostéogenèse, ostéolyse, ostéoporose, périoste.
Ostium: orifice, entrée.
Ex: ostial.
Ot, oto : oreille. V.aur.
Ex : otite, otique, otoplastie, otorragie, otorrhée, otoscope.
Ourles : oreillons.
Ex : ourlienne.
Ovar, ovario : ovaire . V.oophor.
Ex : ovariectomie, (ou ovariotomie), ovarien, ovarite, ovariopexie.
Ov, ovo: oeuf.
Ex: ovule, ovulation, ovocyte, ovoïde, ovogonie.
Ox , oxie : oxygène.
Ex : anoxémie, anoxie.

P

Pachy : épais.
Ex : pachypleurite, pachydermie, pachyméningite .
Palat : palais, voute de la cavité buccale. V.urano.
Ex :palatin, palatoplastie, palatoplégie, palatoschisis, palatorraphie.
Paléo : ancien , vieux.
Ex : paléocérébellum (ou paléocervelet).
Pali, palin : à rebours, en arrière, de nouveau.
Ex : palicinésie (ou palikinésie), palindromique.
Palm, palmo : paume, palme.
Ex : palmaire, palmure.
Palp : tater.
Ex : palper, palpable, palpation.
Palpebr : paupière. V. bléphar, tars.
Ex : palpébral.
Palud : marais.
Ex : paludisme, paludéen.
Pan, panto : tout tous ;V. omni.
Ex : panacée, pancardite, pancytopénie, pandémie.

Pancréat, pancréatico :pancréas.
Ex : pancréatalgie, pancréatite, pancrético-duodénal.
Pann : lambeau de tissu.
Ex : pannus, panneux, pannicule, adipeux, panniculite.
Papill : mamelon , bouton , papille.
Ex : papillaire, papillotomie, papillite, papillome.
Par, para : à côté de, au-delà de, au travers de, par opposition à .
Ex : parentéral, paracentral, paracentèse, paramédical, parathyroïde, paraombilical, parasympathique. V. juxta, dia, per, trans.
Pare : qui engendre.
Ex : primipare, multipare, sudoripare.

Parésie : paralysie légère, incomplète.
Ex : hémiparésie.
Pareunie : compagnon ou campagne de lit.
Ex : dyspareunie.
Pariét : paroi.
Ex : pariétal, pariéto-frontal, pariéto-temporal, pariéto-occipital.
Parthéno : vierge.
Ex : parthénogenèse, parthénogénétique.
Patella : rotule.
Ex : patellaire, patellectomie, patelloplastie.
Patho, pathe, pathie : souffrance, maladie. V.noso.
Ex : pathologie, pathogène, névropathe, psychopathe, néphropathie, pneumopathie.
Pauci : peu nombreux. V.oligo .
Ex : paucisymptomatique.
Pause : arrêt cessation.
Ex : andropause, ménopause.
Pector : poitrine, thorax. V. stétho, thorac.
Ex : pectoral.
Pède, pédi, pède : *pied. V. pod.*
Ex : pédieux, pédicule, pédoncule, bipède, quadrupède.
Péd, pédi, pédo, pédie : enfant , jeune garçon. V. puér.
Ex : pédagogie, pédagogue, pédiatrie, pédodontie, orthopédie.
Pelvi : bassin.
Ex : pelvien, pelvimétrie, pelvipéritonite.
Pénie : pauvreté, diminution .
Ex : cytopénie, leucopénie.
Pent, penta : cinq.
Ex : pentose, pentalogie.
Peps, pept, pepsie : digestion.
Ex : pepsine, peptide, peptique, peptone, dyspepsie, eupepsie.
Per : à travers, pendant. V. dia, para, trans.
Ex ;percutané, perfusion, peropératoire.
Péri : autour de.
Ex : périanal, périarticulaire, péricarde, périoste.
Pétr, pétro : pierre.
Ex : pétreux, pétrosite, pétro-mastoïdien.
Pexie : fixation.
Ex : néphropexie, mastopexie, hystéropexie.

Phaco, phaquie ,(phakie) : lentille, cristallin.
Ex : phacomalacie, phacosclérose, aphakie (ou aphaquie).
Phago, phage, phagie : manger, qui mange.
Ex : phagocyte, phagocytose, macrophage, dysphagie.
Phall, phallo : phallus.
Ex : phalliforme, phallique.
Pharmac, pharmaco : remède, médicament.
Ex : pharmacie, pharmacologie, pharmacopée, pharmacodépendance.
Pharyng, pharyngo : pharynx, gosier, gorge.
Ex: pharyngien, pharyngé, pharyngite, pharyngoscopie.
Phasie : parole. V.lalie. log.
Ex : aphasie, dysphasie.
Phéno, phène :paraître.
Ex : phénomène, phénotype, acouphène, phosphène.
Phil, phile, philie : ami de, attirance.
Ex : philanthrope, acidophile, basophile, neutrophile.
Péb, phlébo : veine.
Ex : phlébite, phlébographie, phlébolithe.
Phobe, phobie : qui a peur , crainte de .
Ex : claustrophobe, agoraphobe, cancérophobe.
Phon, phono, phone, phonie : voix, son.
Ex : phonation, phonatoire, phonétique, phonocardiogramme, aphone, dysphonie, orthophonie.
Phor, phore : porter, transporter, qui transporte.
Ex : électrophorèse, oxyphorique, galactophore.
Phos, photo : lumière. V.acti, luci.
Ex : phosphène, phosphore, phosphorescent, photomètre, photosensible.
Phrén, phrène, phrénie : diaphragme, esprit , intelligence. V.psych.
Ex : phrénique, schizophrène, schizophrénie, oligophrène ,oligophrénie.
Phrénic, phrénico : pour le nerf phrénique.
Ex : phrénicectonie, phrénicotomie.
Phylaxie : protection.
Ex : anaphylaxie, prophylaxie.
Phyle : feuille.
Ex : ex :chlorophylle.
Physe : production, croissance.
Ex : apophyse, épiphyse, hypophyse.
Physio : nature, naturel.
Ex : physiologique, physiothérapie.
Phyto, phyte : végétation plante, excroissance .
Ex : phytothérapie, ostéophyte, arthrophyte, saprophyte.
Pico : unité de un million de un million de fois plus petite que l'unité de base.
Ex : picogramme, picomètre.
Pil : poil. V. tricho.
Ex : pileux, pilaire, pilosité.
Piri : poire.
Ex : piriforme.
Pisi : pois.
Ex : pisiforme.
Plasie : développement, formation, croissance.

Ex : aplasie, anaplasie, néoplasie, dysplasie, hyperplasie.
Plast, plastie : modeler, façonner, corriger la forme.
Ex : plasticité, plastique, arthroplastie, rhinoplastie.
Platy : large et plat.
Ex : platypodie, platyspondylie.
Plégie, plégique : coup, attaque, paralysie.
Ex : hémiplégie, hémiplégique, paraplégie, paraplégique, ganglioplégique.
Pleur, pleuro : plèvre.
Ex : pleural, pleurésie, pleurocentèse, pleurodynie.
Plexus : entrelacement.
Ex : plexus solaire, plexulaire.
Plica : pli , repli.
Ex : plicature, fundoplication (ou fundoplicature).
Pluri : plusieurs. V.multi, poly.
Ex : plurigang lionnaire, pluriglandulaire, pluriloculaire.
Pnée : respiration. V.spiro.
Ex : dyspnée, apnée, orthopnée.
Pneum, pneumat : air, respiration. V.aér, météor.
Ex : pneumarthrographie, pneumatique, pneumatisation, pneumatocèle.
Pneumo, pneumon, pneumono : poumon.
Ex : pneumocentèse, pneumococcie, pneumocoque, pneumonie, pneumonectomie, pneumopathie.
Pod, podo, pode, podie : pied. V: pedi.
Ex: podalique, podologie, pseudopode, apodie, platypodie.
Poïese: création , formation.
Ex: hématopoïèse, cytopoïèse, érythropoïèse.
Poïkilo (ou poecilo) : varié , irrégulier.
Ex : poïkilocytose, poïkilotherme.
Poli : ville.
Ex : policlinique.
Polio : gris.
Ex : substance grise du système nerveux.
Ex : poliomyélite, polioencéphalite.
Pollaki : souvent , fréquemment.
Ex : pollakiurie (ou pollakisurie) .
Pollex : pouce.
Ex : pollicisation, polici-digitale.
Poly : nombreux, beaucoup, abondant. V.multi, pluri.
Ex : polyglobuline, polyurie, polypnée, polyarthrite.
Poso : combien , quantité.
Ex : posologie.
Post, postéro : après , en arrière. V.rétro .
Ex : postopératoire, post-traumatique, postprandial, postérieur.
Posth : prépuce.
Ex : posthite, posthectomie.
Poto : boire. V :dypso.
Ex : potomanie.
Praxie : action activité.
Ex : apraxie, chiropraxie, praxique.
Pré : avant , devant. V.pro, anté.

Ex : prématurée, précordialgie, préopératoire, prépylorique.
Presby : vieux. V.géront.
Ex : presbyacousie, presbytie.
Primi, primo : premier. V.proto.
Ex : primigeste, primipare, primo-infection.
Prive: privé de . V.pénie.
Ex: ferriprive, calciprive.
Pro : au devant de , en avant . V. anté, pré.
Ex : prodrome, progestatif, progestérone, prophylaxie, procidence, prolapsus, protrusion.
Proct, procto : rectum. V. rect.
Ex : proctite, proctalgie, proctologie, proctoplastie.

Prot, proto : premier, primitif. V.primi.
Ex : protéine, protodiastolique, protosystolique, protoplasme, protozoaire.
Proxim : très, près.
Ex : proximal.
Pseud, pseudo : faux, qui simule.
Ex : pseudarthrose, pseudo-membrane, pseudo-paralysie, pseudopode.
Psych, psycho : esprit, intelligence, fonctions mentales. V : phrène.
Ex : psychique, psychanalyse, psychologie, psychopathie.
Ptère, ptéryg : aile.
Ex : diptère, ptérygion, ptérygoïde.
Ptose : chute, descente. V.lapsus.
Ex : néphroptose, mastoptose.
Ptyal : salive. V : scial.
Ex : ptyaline, ptyalisme .
Puér : enfant. V.péd
Ex : puériculture, puéril.
Punct : point.
Ex : punctiforme, acupuncture.
Pycn, pycno : épais, compact.
Ex : pycnique, pycnoïde, pycnose.
Pyél, pyélo : creux, bassinet.
Ex : pyélite, pyélographie, pyélo-cystite.
Pylé : passage, porte, veine porte.
Ex : pyléphlébite, pyléthrombose.
Pylor, pyloro : pylore.
Ex : pylorique, pyloroplastie, pylorospasme.
Pyo : pus.
Ex : pyogène, pyorrhée, pyosalpinx, pyurie, pyocyanine.
Pyrét : fièvre. V. fièvre.
Ex : pyrétique, pyrétogène, pyrexie, antipyrétique.
Pyro : feu, brulure. V.igni.
Ex : pyrosis, pyromanie, pyromane.

Q

Quadr, quadri, quadru : composé de quatre. V.tetra.
Ex: quadrant, quadriplégie, quadruplés.

Quarte : quatrième :
Ex :fièvre quarte.
Quinqu, quint : cinq.
Ex : quinquagénaire, quintuplés.

R

Rachi, rachie : rachis (colonne vertébrale).
Ex : rachidien, albuminorachie.

Radi, radio : rayon, rayonnement.
Ex : radiation, radioactivité, radiographie, radiothérapie.
Radic, radico : racine. V. rhiz.
Ex : radiculaire, radiculite, radicotomie.
Re, ré : retour en arrière, répétition.
Ex : récliner, réadaptation, recrudescence, reflux.
Rect, recto : rectum. V.proct.
Ex : rectal, rectite, rectoscopie.
Rén : rein. V.nephr.
Ex : rénal, réniforme.
Réticul, réticulo : filet , réseau.
Ex : réticulaire, réticulocyte, réticulum.
Rétract : tirer en arrière.
Ex : rétraction, rétractile, rétractilité.
Rétro : en arrière. V .post.
Ex : rétroflexion, rétrofléchi, rétrolisthésis, rétrograde.
Rhabdo : strié. V.leio.
Ex : rhabdoïde, rhabdomyome.
Rhéo : couler, courant (électrique) . V.rrhée.
Ex : rhéobase, rhéostat.
Rhin : nez. V. nas
Ex : rhinite, rhinopharynx, rhinoplastie, rhinoscopie.
Rhiz, rhizo : racine. V.radic.
Ex : rhizarthrose. Rhizotomie.
Rhodo : rose, rouge . V.érythro, rub.
Ex : rhodopsine.
Rhomb : losange.
Ex : rhomboïde, rhombencéphale.
Rhum : écoulement d'humeurs.
Ex : rhume, rhumatisme.
Rragie : jaillissement.
Ex : hémorragie, ménorragie, rhinorragie.
Rraphie : suture.
Ex : périnéorraphie, palatorraphie.
Rrhée : écoulement. V. rhéo.
Ex : otorrhée, leucorrhée, ménorrhée.
Rrhexie, rrhexis : éclatement, déchirement.
Ex : caryorrhexie (ou caryorrhexis) , élastorrhexie (ou élastorrhexis).
Rub, rubr : rouge . V. érythro, rhodo.

Ex : rubéole, rubéfiant, rubor, rubrique.

S

Sacchar, saccharo : sucre. V.gluc.
Ex : saccharine, saccharose.
Sacc : sac.
Ex : sacciforme, sacculaire, saccule.
Sacr, sacro : sacrum.
Ex : sacré, sacralisation, sacrodynie.
Salping, salpingo, salpinx : trompe (d'Eustache ou de Fallope). V.tub.
Ex : salpingite, salpingectomie, salpingoscopie, salpingographie, pyosalpinx, hydrosalpinx.
Sapon : savon.
Ex : saponacé, saponification.
Sapro : pourri.
Ex : saprogène, saprophyte .
Sarco : chair.
Ex : sarcoïde, sarcomateux, sarcome.
Saturn : plomb.
Ex : saturnin, saturnisme.
Scaph : barque, bateau, scaphoïde(en terme de barque).
Ex : Scaphoïdite).
Scapul, scapulo : omoplate, épaule. V.omo
Ex : scapulaire, scapulalgie, scapulectomie.
Scato : excréments, matières fécales. V.copro, fécal, sterco,
Ex : scatome, scatophile.
Schizo, schisis, schizis, schizie : division , séparation, dissociation.
Ex : schizocyte, schizogossie, schizophrène, palatoschisis (ou palatoschizis), spondyloschisis, gnatoschisis, rachischisis (ou rachischizis), onychoschizie.
Scinti, scintill, scintillo : étincelle.
Ex : scintigraphie, scintigramme (scintilogramme), scintillographie.
Sciss : fendre, séparer, diviser.
Ex : scission, scissure, scissurite.
Sclèr, scléro, sclérose : dur, induration. V ; squirrh.
Ex : scléral, sclère, scléreux, sclérectomie, sclérodermie, sclérotique, artériosclérose, athérosclérose.
Scolio : tortueux.
Ex : scoliose, scoliotique.
Scope, scopie : observer, examiner.
Ex : cystoscope, cystoscopie, endoscope, endoscopie, radioscopie, rectoscopie.
Scoto : obscurité, cécité.
Ex : scotome, scotomisation, scotopique.
Scrot : peau des bourses (scrotum). V. oschéo.
Ex : scrotal.
Séb, sebo : sébum.
Ex : sébacé, séborrhée.
Semi : à demi , à moitié. V.hémi.
Ex : semi-liberté, semi-lunaire, semi-circulaires (canaux).
Séméio, sémio : signe.

Ex : séméiologie (ou sémiologie).
Sémin : semence. V.sperm.
Ex : séminal , séminifère, séminipare.
Senestro (ou sénestro) : gauche. V.sinistro
Ex : sénestrogyre (ou sénestrogyre).
Septi, septic, sepsie, septique : putréfaction, corruption.
Ex : septicémie, septicité, asepsie, aseptique, antiseptique.
Sept, septo : cloison, septum.
Ex :septal, septotomie.
Sér, séro : liquide d'aspect aqueux, sérum.
Ex : séreux, séreuse, sérique, sérologie, sérosité, sérothérapie.
Sex, sext : six, sixième. V.hexa
Ex : sexagénaire, sextuplés.
Sexo, sexu : sexe.
Ex : sexologie, sexualité, sexuel.
Sial, sialo : salive. V.ptyal.
Ex : sialagogue, sialite, sialogène, sialographie, sialorrhée.
Sidér : astre.
Ex : sidéral, sidérant, sidération. Sidér : fer. V.ferr
Ex : sidérémie, sidéropénie, hémosidérine.
Sigmoïd, sigmoïdo : colon sigmoïde.
Ex : sigmoïdite, sigmoïdopexie, sigmoïdectomie, sigmoïdostomie.
Sinist, sinistro : gauche, à gauche. V.lévo. senestro.
Ex : sinistralité, sinistroscoliose.
Sinus : pli,creux, sinus(de la face).
Ex : sinuosité, sinusal, sinusien, sinusite.
Sitio, sito : aliment nourriture.
Ex : sitiologie.
Soma, somat, some, somie : corps.
Ex : somatique, somatogène, somatotrope, chromosome, trisomie.
Somn, somno : sommeil. V. hypn, narco, sopor.
Ex : somnifère, somnolence, somnambulisme.
Sopor : sommeil profond. V, hypn, neuro
Ex : soporeux, soporifique.
Sperm, spermat, sermato, spermie, sperme. V. sémin.
Ex: spermicide, spermitique, spermatite, aspermie.
Sphéno: coin, sphénoïde (en forme de coin).
Ex : sphénoïdien (ou sphénoïdal), sphénoïdite, sphénoïdotomie.
Sphincter, sphinctéro : ce qui resserre.
Ex : sphincter, sphinctérien, sphinctérospasme, sphinctéroplastie.
Sphygm, shygmo : pouls, pulsation.
Ex : sphygmique, sphygmographe, sphygmomanomètre.
Spin : épine. (Notamment épine dorsale).
Ex : spinal, spina-bifida.
Spiro : respirer. V.pnée.
Ex : spiromètre, spirométrie.
Splanch, splancho : viscère.
Ex : splanchnique, splanchnoptose, splanchnoscopie.
Splén, spléno : rate. V.lien.
Ex : splénectomie, splénique, splénite, splénomégalie.

Spondyl, spondylo : vertèbre.
Ex : spondylite, spondylarthrose, spondylolyse, spondylolisthésis.
Squirrh : dur, tumeur, indurée. V.scléro.
Ex : squirrheux.
Strapéd : étrier.
Ex : stapédectomie, stapédien.
Staphyl, staphylo : littéralement, grain de raisin, luette(V.uvul) , germes groupés en grappe ou lésion rappelant un grain de raisin.
Ex : staphylite, staphyloplastie (luette)
Ex : staphylocoque, staphylome.
Stase, statisme, statique : arrêt, station debout.
Ex : hémostase, hémostatique, cytostatique, orthostatisme, orthostatique.
Staxis : écoulement goute à goute.
Ex : épistaxis.
Stéar, stéato : graisse.
Ex : stéarine, stéatorrhée, stéatolyse. V.adip, lip.
Sténo : étroit, rétréci.
Ex : sténose, sténothorax.
Sterco : excrément.V. copro, fécal, scato.
Ex : stercobiline, stercoral, stercobilinogène, stercolithe.
Stéréo : solide, qui donne une impression de relief.
Ex : stéréognosie, stéréotaxique, stéréoradiographie.
Stern , sterno : sternum.
Ex : sternal, sternalgie, sternodynie, sternoschisis.
Stétho : poitrine. V.pector.
Ex : stéthoscope, stéthoscopie.
Sthénie : force, vigueur. V. dynamie.
Ex : asthénie, neurasthénie.
Stomat, stomato, stomie : bouche, abouchement. V.bucc
Ex : stomatite, stomatologie, colostomie, sigmoïdostomie.
Strepto : contourné, recourbé.
Ex : streptocoque, streptococcique.
Struma : goitre.
Ex : strumectomie, strumiprive, strumite.
Styl : colonne, stylet, styloïde (en forme de stylet).
Ex : styloïdite, styloïdien, styloradial.
Sub : sous, dessous, moins que. V. hypo, infra
Ex : sublingal, subictère, subnormal.
Sudor: sueur. V.hidr
Ex: sudoral, sudorifique, sudoripare.
Sulf, sulf, sulfur : souffre. V.thi
Ex : sulfamide, sulfate, sulfone, sulfuré, sulfureux.
Super, supra, sur, sus : au-dessus, position supérieure, en excès. V. épi, hyper, ultra.
Ex : superinfection , supra condylien supraventriculaire, suraigu, surinfection, surrénale, sus-hépatique.
Sym, syn : avec, ensemble, fonction.
Ex : symbiose, symphyse, synostose, syndactylie.
Syndesmo : action de lier ensemble, lien et, par extension , ligament. V.desmo.
Ex : syndesmopexie, syndesmophyte, syndesmorraphie.
Syring, syringo : tube, tuyau, caverne.

Ex : syringomyélie.

T

Tact : toucher.
Ex : tactile.
Tachy : rapide, vite.
Ex : tachypnée, tachycardie.
Tars, tarso, tarse : tarse du pied, bord de la paupière, ou tarse palpébral. V. bléphar, palpébr.
Ex : tarsien, tarsectomie, métatarse, tarsite.
Tél, télé : loin , éloigné.
Ex : télangiectasie, télécobaltothérapie, téléradiothérapie.
Tén, teno, tendin : tendon. V.desmo, syndesmo.
Ex : ténalgie, ténodèse, tendinite, tendineux.
Ter : trois fois. V.tri.
Ex : ternaire, tertiaire.
Térat, térato : monstre.
Ex : tératisme, tératogène, tératologie.
Tétan, tétano : rigidité ou tenson.
Ex : tétanos, tétanique, tétanoïde.
Tétra : quatre. V. quadri.
Ex : tétrade, tétraplégie, tétrasomie.
Thalass, thalassso : mer.
Ex : thalassémie, thalassothérapie.
Thanato, thanasie : mort. V.let.
Ex : thanatologie, euthanasie.
Thél : mamelon.
Ex : thélite, thélalgie, thélarragie.
Thérapeut, thérapie : soin , traitement.
Ex : thérapeute, thérapeutique, radiothérapie, physiothérapie, psychothérapie.
Therm, thermo, thermie : chaleur. V.calor.
Ex : thermal, thermique, thermocautère, hypothermie.
Thi, thio : souffre. V.sulf
Ex : thiamine, thiazique (ou thiazidique), thiémie, thiopexie.
Thorac, thoraco : thorax, poitrine V.pector, stétho.
Ex : thoracique, thoracodynie, thoracoplastie.
Thromb, thrombo : caillot, thrombus.
Ex : thrombine, thromboartérite, thrombocyte, thrombose.
Thym, thymie: âme , sentiments.
Ex: thymique, cyclothymique, thymoleptique.
Thyréo, thyro : thyroïde(en forme de bouclier) .
Ex : thyréostatique, thyréoprive, thyréogène (ou thyrogène), thyroïdectomie, thyroïdien, thyroxine, thyrotrophine.
Toco, tocie : accouchement.
Ex : tococardiographe, dystocie.
Tome, tomie : qui coupe, coupure.
Ex : atome, amygdalotome, laparotomie, cervicotomie, trachéotomie, ostéotomie.
Ton, tonie : tension, tonus.
Ex : tonicité, tonique, atonie, hypotonie.

Tonsill : amygdale.
Ex : tonsillectomie.
Top, topo, topie : emplacement, lieu , position.
Ex : topique, ectopique, corectopie.
Tox, toxi, toxico, toxo : poison.
Ex : toxémie, toxique, toxoplasmose, toxicomane, toxicomanie.
Trabécul : trabéculum (petite poutre , travée).
Ex: trabéculaire, trabécule.
Traché, trachéo: trachée.
Ex : trachéal, trachéite, trachéotomie.

Trachel : col, cou. V.cervic
Ex : trachélhématome, trachélisme, trachélopexie.
Trans : au travers, au-delà. V. dia, per, para.
Ex : transfusion, transmésocolique, transplantation, transposition, transfixiant, transmural.
Tri : trois. V.ter.
Ex : triade, triceps, tricuspide, trisomie.
Trich, tricho : poils, cheveux. V. pil, capill.
Ex : trichose, trichomonas, trichoclasie.
Tripsie : écrasement.
Ex : neurotripsie lithotripsie.
Trope, tropisme : tour, direction, qui tourne vers , affinité pour .
Ex : neurotrope, psychotrope, somatotrope, corticotrope.
Troph, trophie, trophine : nourriture , état de nutrition.
Ex : atrophie, dystrophie, hypertrophie, thyrotrophine, corticotrophine, somatotrophine.
Tub : trompe d'Eustache, trompe de Fallope. V.salping
Ex : tubulaire, tubo-tympanique, tubo-utérin.
Tussi : toux.
Ex : tussigène.
Typ, typo : modèle, marque, type.
Ex : typique, atypique.
Typh, typho : torpeur, stupeur.
Ex : typhus, typhoïde.
Typhl, typhlo : aveugle, sans issue(caecum). V. caeco.
Ex : typhlite, typhlopexie.

U

Ulc : ulcère, ulcus.
Ex : ulcération, ulcéreux.
Ule : petit (en tant que diminutif). V. micro, ette, ole.
Ex : follicule, ovule, vésicule, veinule.
Ultra : au-delà de . V.hyper, super
Ex : ultrason, ultra-microscopique.
Unc, unci : crochet.
Ex : uncarthrose, uncovertébrale (articulation) unciné, unciforme.
Ungu, ungui : ongle. V.onych.
Ex : unguéal, unguifère, unguis.
Uni : un. V.mono.

Ex : unicellulaire, univitellin.
Urano : voute du palais.
Ex : uranoplastie.
Ur, uro, urèse, urie : urine, action d'uriner .
Ex : urinaire, urologie, urographie, urémie, hématurie, oligurie, pollakiurie, diurèse.
Uvul : luette. V.staphyl.
Ex : uvula, uvulaire, uvulite.

V

Vaccin, vaccino : vaccinus, qui se rapporte à la vache et vaccin.
Ex : vaccinal, vaccinothérapie.
Vag, vago : errant, vagabond, nerf vague (ainsi désigné en raison de ses ramifications très étendues).
Ex : vagal, vagotomie, vagolytique.
Vagin : gaine, vagin. V.colpo, élytro.
Ex : vaginal, vaginite.
Varic, varico : varice.
Ex: varicectomie, varicotomie.
Vas, vascul, vaso: vaisseau. V.angio
Ex: vasiforme, vasectomie, vasoconstriction, vasculaire, vascularisation.
Vect, vecto : conduire.
Ex : vecteur, vectoriel, vectocardiogramme.
Vél : voile.
Ex : vélamenteux.
Ventricul, ventriculo :petit ventre et par analogie, ventricule(du cœur ou du cerveau).
Ex : ventriculaire, ventriculographie.
Vermi : ver.
Ex : vermiculaire, vermifuge, verminose.
Vésic, vésico : ampoule, vessie. V.cyst.
Ex : vésical, vésicant, vésicofixation.
Vésicul, vésiculo :petite ampoule, vésicule biliaire, vésicules séminales).
Ex :vésiculaire, vésiculotomie.
Vill, villo : velu, couvert de poils.
Ex :villeux, villifère, villiforme, villosité.
Vir, viro : venin, poison, virus.
Ex: virion, virulence, virologie.
Viscèr, viscéro: entrailles, viscérotrope. *V.splanch.*
Ex :viscéral, viscéralgie, viscérotrope.
Vitellus : jaune d'œuf.
Ex : vitellin, bivitellin.



X

Xanth, xantho: jaune.
Ex: xanthochromie, xanthodermie, xanthélasma.

Xéno : étranger.
Ex : xénogène.
Xéro : sec, desséché.
Ex : xérodermie, xérophtalmie.
Xipho : xiphoïde(en forme d'épée)
Ex : xiphodynie, (ou xiphoïdalgie).

Z

Zoo, zoaire : animal.
Ex : zoomanie, zoophobie, protozoaire, hématozoaire.
Zoster : zona.
Ex : zostérien, zostériforme.
Zygo: zona.
Ex:zostérien, zostériforme.
Zygo: joint, paire.
Ex: zygote, dizygote, zygomatique. V. azygo.
Zym, zyme : levain, ferment. V.ase
Ex : zymologie, enzyme.

Anatomie
et
Physiologie Humaines.

Ouvrage à l'intention de tous ceux qui s'intéressent, cherchent, étudient, la médecine et ses applications thérapeutiques afin de venir en aide à leur prochain.

Mémorisez ce qu'il faut savoir pour réussir l'examen.
Révisez en un temps record.
Entrainez-vous avec les exercices.
Des astuces pour gagner du temps**.**
Des notions de cours, de nombreux schémas, des exercices : tout ce dont il est nécessaire pour apprendre connaître et maitriser rapidement l'essentiel de l'anatomie et de la physiologie humaine.

Sommaire.

Introduction au corps humain
La chimie de la cellule.
La cellule : structure et fonction.
Les tissus.
Le système tégumentaire.
Le squelette.
Le tissu musculaire et le mécanisme de la contraction.
Le tissu nerveux.
Le système nerveux central.
Le système nerveux périphérique.
Les organes sensoriels.
Le système endocrinien.
Le système cardiovasculaire : le sang.
Le système cardiovasculaire : le cœur.
Le système cardiovasculaire :
Le système lymphatique et l'immunité.
Le système respiratoire.
Les processus digestifs.
Le métabolisme et la régulation de la température corporelle.
Le système urinaire.
La balance hydrique et électrolytique.
Le système génital.